Bioantropología de la Nutrición: Crecimiento, maduración y desarrollo

1 author:

María Elena Díaz
Nutrition Center of The National Institute of Hygiene, Epidemiology and Micobiology

Coleccion Nutrición • Coleccion Nutrición • Coleccion Nutrición • Coleccion Nutrición • Coleccion Nutrición • Coleccion Nutrición • Coleccion Nutrición

Bioantropología de la nutrición

Crecimiento, maduración y desarrollo

María Elena Díaz Sánchez

Editorial Ciencias Médicas

T E M A S   D E   N U T R I C I Ó N

BIOANTROPOLOGÍA DE LA NUTRICIÓN

Crecimiento, maduración y desarrollo

T E M A S   D E   N U T R I C I Ó N

BIOANTROPOLOGÍA DE LA NUTRICIÓN

Crecimiento, maduración y desarrollo

DrC. María Elena Díaz Sánchez
Investigadora Titular del Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos
Profesora Titular de Nutrición de la Facultad de Medicina "Calixto García"
Máster en Antropología



La Habana, 2009

Catalogación Editorial Ciencias Médicas

Díaz Sánchez, María Elena.
Bioantropología de la nutrición. Crecimiento, maduración y desarrollo /
María Elena Díaz Sánchez. -La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 2009.
208 p. : gráf., il., tab. (Temas de Nutrición)

WS 103

1. Fisiología de la Nutrición
2. Crecimiento y Desarrollo

Edición: Lic. María Emilia Remedios Hernández
Diseño: ID José Manuel Oubiña González
Emplane: MSc. Frank W. Castro López y Xiomara Segura Suárez

ISBN 978-959-212-448-6

Editorial Ciencias Médicas
Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas
Calle 23 # 117 e/ N y O, Edificio Soto, 2do piso, El Vedado, Plaza,
Ciudad de La Habana, CP: 10400, Cuba.
Correo electrónico: ecimed@infomed.sld.cu
Teléfonos: 838 3375 / 832 5338

PREFACIO

El presente texto ha sido concebido como material de estudio de algunos de los capítulos de la asignatura Bioantropología de la nutrición, del perfil de Nutrición y Dietética de la Facultad de Tecnología de la Salud. En este material se tratan numerosos aspectos del ámbito del crecimiento, la maduración y el desarrollo humanos. Se inicia con los conceptos básicos de la temática y se tratan los principios y leyes del crecimiento; se hace un análisis detallado de las curvas del crecimiento, las características de las etapas en el plano somático, psicomotor y la actitud física. Se analizan los factores reguladores del crecimiento, la maduración y el desarrollo; finalmente se tocan algunos aspectos acerca de las alteraciones del crecimiento.

El texto consiste en una recopilación minuciosa, basada en el plan de clases de la autora, apoyada en una bibliografía clásica existente sobre la temática, con actualizaciones basadas en materiales que aparecen en textos y publicaciones más recientes. Se incluye una variedad de gráficos y tablas tomados fundamentalmente de los clásicos, que recogen datos de distintos países; de igual forma, contiene algunos datos inéditos y publicados de la autora, con los cuales se ha tenido como objetivo ejemplificar los diferentes aspectos que se discuten en el texto.

El contenido de los diferentes capítulos tiene aplicación en distintos cursos de maestrías, diplomados y posgrados, relacionados con la antropología biológica, que se imparten en varias instituciones del país, por lo que con este material didáctico se fortalecen los escasos materiales disponibles para los cursistas, sobre todo en lengua española.

Con este texto se ha pretendido aportar un compendio detallado de los aspectos que tipifican el crecimiento, la maduración y el desarrollo, que se aplique en la práctica docente inmediata, facilitando el estudio independiente y mejorando el desenvolvimiento de diferentes actividades de la asignatura en el proceso docente educativo.

La autora

CONTENIDO

CAPÍTULO 1

CONCEPTOS BÁSICOS

El crecimiento y el desarrollo son procesos dinámicos y esenciales de la ontogenia humana; son fenómenos complejos durante los cuales el individuo, a medida que incrementa su masa corporal, madura y adquiere progresivamente una capacidad funcional plena.

En la ontogenia, que comprende todos los eventos que ocurren entre el comienzo y el fin de la vida, los procesos de crecimiento y desarrollo ocupan más de la cuarta parte de la vida media del hombre.

La ontogenia se inicia cuando las células sexuales masculinas de ambos padres se unen. Después de este momento acontecen muchas transformaciones, donde el crecimiento y el desarrollo son los fenómenos más importantes de las primeras etapas de la vida humana.

Si observamos cómo un niño aumenta de tamaño y modifica sus proporciones, esto ocurre en períodos rápidos y en otros más lentos.

Se entiende por crecimiento y desarrollo el conjunto de cambios somáticos y funcionales que tienen lugar en el ser humano desde su concepción hasta su adultez. Estos implican una visión dinámica, evolutiva y prospectiva, y constituyen una característica diferencial en la asistencia del niño. El crecimiento y el desarrollo se estudian dentro de una rama de la Antropología Biológica que recibe el nombre de Auxología. Esta ciencia permite estudiar los cambios evolutivos en niños y adolescentes y apreciar cómo estas etapas complejas se sostienen en el tiempo.

El crecimiento y el desarrollo son, además, excelentes indicadores positivos de salud. En general, para evaluar el estado de salud de una población se utilizan los indicadores indirectos como mortalidad materna, infantil, del preescolar, escolar y general, los cuales –analizados con carácter retrospectivo– son referencias negativas por excelencia. La evaluación periódica del crecimiento brinda la posibilidad de observar cómo ante una variación positiva de las condiciones de salud y nutrición, mejoran los parámetros del crecimiento físico de los niños. Lo anterior ha determinado que algunos organismos internacionales de salud sugieran que este indicador es el más cercano a la evaluación real de la salud, y es por esta razón que se ha difundido el uso de instrumentos logísticos para su evaluación.

En general se aceptan varios términos para definir estos procesos.

El crecimiento es un proceso de incremento de la masa del ser vivo, que puede estar dado por el aumento de las dimensiones corporales, como resultado del incremento de las células del organismo en número (hiperplasia) y en tamaño (hipertrofia), así como en las sustancias intercelulares o acrecimo.

En la figura se ejemplifican la hiperplasia y la hipertrofia, además de mostrar cómo en diferentes etapas de la vida no predomina el mismo tipo de crecimiento. Es así como antes del nacimiento hay un mayor incremento del número de células, mientras que en otras fases, como la adolescencia, por ejemplo, prevalece el aumento en tamaño de estas.

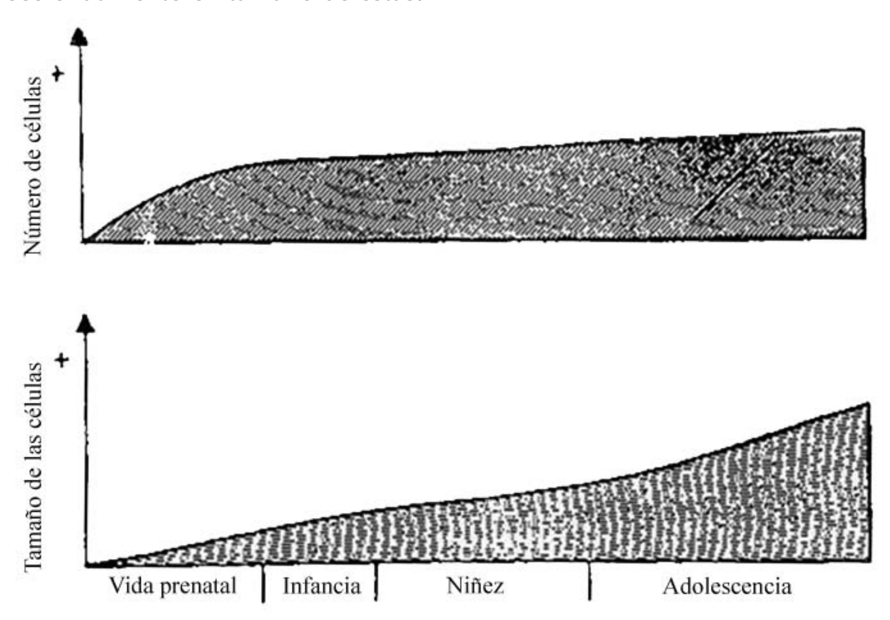


Fig. Crecimiento hiperplásico e hipertrófico, ejemplificado en el tejido muscular. Fuente: Malina y Bouchard (1991).

El crecimiento es un proceso cuantitativo, por tanto puede medirse en libras de peso, centímetros de altura, milímetros de adiposidad, etc.

Unido al crecimiento hay otro término que se debe considerar: la maduración, mucho más difícil de definir. Se entiende por maduración el proceso de adquisiciones progresivas de nuevas funciones y características que se inicia con la concepción y finaliza cuando se alcanza la adultez. La maduración es un proceso progresivo que conduce al organismo a un estado maduro. Define el tiempo y el momento de progreso para el estado maduro.

La maduración varía con el sistema biológico considerado, por lo que puede ser ósea, dental, sexual, somática y psicomotora.

La maduración puede medirse en estadios que indican el momento, tiempo o grado de desarrollo del organismo en crecimiento. La medición puede basarse en observaciones cuantitativas según el sistema biológico considerado, es decir, se mide por la aparición de funciones nuevas: caminar, hablar, sostener la cabeza, etc., o de eventos: aparición de la primera menstruación en la niña; nivel de osificación de los huesos, evaluado mediante una radiografía; aparición de un diente, etc.).

Los términos crecimiento y maduración se deben utilizar en conjunto con el término desarrollo.

El desarrollo es el proceso mediante el cual los seres vivos logran mayor capacidad funcional de sus sistemas a través de los fenómenos de maduración, diferenciación e integración de funciones. Se puede definir como:

- La diferenciación de las células a una línea especializada de función.
- El perfeccionamiento de las funciones de las células vivas.
- La evolución progresiva para el estado de función óptima.
- El incremento de la complejidad de las funciones del organismo, como las partes o el todo.

A diferencia del crecimiento, el desarrollo se puede medir de forma cualitativa y se aprecia con la especialización celular y la optimización de la capacidad funcional, en el contexto biológico. Igualmente se valora con el desarrollo de las competencias social, intelectual, cognitiva, emocional, etc., relacionadas con el medio y el modo de vida, en el contexto del comportamiento.

Es frecuente que los términos crecimiento y desarrollo se empleen de forma conjunta, dado a que ambos se refieren a un mismo resultado: la maduración del organismo. En general, todo crecimiento implica cambios en la función.

Se pueden resumir los conceptos expresados como que, básicamente, el crecimiento se refiere a modificaciones en tamaño y el desarrollo a modificaciones en la función, sin embargo, estas definiciones por separado no indican el verdadero significado biológico, porque estos procesos no ocurren independientemente.

El crecimiento y el desarrollo se deben interpretar como una función única, inseparable; como un conjunto de procesos más complejos que ocurren de forma unísona y dependiente, por tanto, el crecimiento que expresa el tamaño y el desarrollo, como indicador de la función, son inseparables.

El crecimiento y el desarrollo son procesos:

- Regulados.
- Organizados.
- Integrados.

Los términos crecimiento y desarrollo comprenden la unidad y la diversidad de las transformaciones progresivas que se producen en la morfología, bioquímica y fisiología del hombre durante su ontogénesis.

Desde los últimos años del siglo pasado se ha venido utilizando frecuentemente un término para estudiar el crecimiento y el desarrollo del individuo, el llamado desarrollo físico, el cual abarca el conjunto de indicadores morfofuncionales de la actividad vital, como son:

- Somatométricos (peso, altura, etc.).
- Funcionales (fuerza muscular, capacidad vital, etc.).
- Maduración (desarrollo dentario, óseo y sexual).

El desarrollo físico engloba las características que permiten establecer de manera integral la maduración del organismo.

Otro término de mucha relevancia es el denominado estado físico. Conceptualmente significa el crecimiento alcanzado, el nivel de maduración, o también el desempeño motor que tiene el individuo en un punto determinado en el tiempo. Se utiliza en un sentido evaluativo, ya sea de un individuo o grupos de estos, y siempre se relacionará con una población de referencia, por lo que es muy importante para la valoración nutricional que toma el crecimiento, la maduración y el desarrollo como indicadores estimativos de esta situación.

ETAPAS DEL CRECIMIENTO

Durante la ontogenia, desde el inicio de la vida, ocurren transformaciones sucesivas que culminan en la formación de un ente capaz de realizar todas las funciones que garantizan la perpetuidad de la especie. Hay 2 etapas principales que se pueden determinar en el curso ontogenético:

- *Prenatal.* Modificaciones ocurridas entre la concepción y el nacimiento.
- *Posnatal.* Modificaciones ocurridas desde el nacimiento hasta la adultez.

CRECIMIENTO PRENATAL

El crecimiento prenatal se caracteriza por la complejidad, precisión e integración de los procesos que ocurren durante este período. Los principales acontecimientos son la fecundación, la implantación y la diferenciación.

Cada 28 días, durante el período de fecundidad de la mujer, ocurre la maduración de un óvulo. Con la actividad sexual pueden penetrar células germinales masculinas y producirse la fecundación, que da un huevo fertilizado. En este huevo ocurren rápidas divisiones celulares y se convierte en una masa celular (mórula) que llega al útero, se transforma en un embrión y se implanta. Posteriormente, en el útero acontecen los procesos de crecimiento y diferenciación de las células que conducen a la formación de un feto.

Estadios de crecimiento prenatal:

- *Huevo fertilizado.* Primeras 2 semanas después de la fertilización (período de rápida división celular y aumento de la complejidad).
- *Embrión.* Entre la 2da. y 8va. semanas de vida prenatal (período rápido de crecimiento y diferenciación celular, y eventual organización de las células diferenciadas en tejido, órganos y sistemas).
- *Feto.* Desde la semana 9 hasta la 40 (período de rápido crecimiento en tamaño y masa; modificaciones en proporciones y desarrollo de la función en tejidos, órganos y sistemas).

Período embrionario. Se extiende desde la fecundación hasta la 12ma. semana de vida intrauterina. Intensa multiplicación celular (hiperplasia), escaso aumento de tamaño del embrión.

Es un período crítico del crecimiento (muy sensible a determinados factores adversos: radiaciones, drogas, alcohol, enfermedades infecciosas como la

rubéola, etc.), donde los efectos desfavorables provocan alteraciones en el desarrollo de los órganos y pueden producir malformaciones congénitas. Este período no es muy sensitivo a la desnutrición materna.

Período fetal. Se extiende desde la 13ra. hasta la 40ma. semana. Es la expresión de los procesos combinados de hiperplasia e hipertrofia, que aumentan el tamaño de los órganos ya formados. En este período, las carencias nutricionales y determinadas enfermedades (hipertensión materna) pueden afectar sensiblemente el crecimiento fetal.

Entre las semanas 28va. a 38va., el crecimiento fetal es muy acelerado. A partir de este momento disminuye el ritmo de crecimiento. Posteriormente se manifiesta la aceleración del crecimiento posnatal.

Se puede concluir, sin requerir de conocimientos más profundos, que se aprecia un conjunto de procesos muy organizados, los cuales acontecen según un plan que está incluido en el potencial genético del individuo.

En esta etapa existen factores muy importantes que influyen para que estos procesos sucedan según el plan, entre ellos se encuentran la edad de la madre, su estado nutricional, hábitos tóxicos, alteraciones funcionales, número de gestaciones y otros.

Crecimiento posnatal

De manera continua deviene de la etapa anterior. El crecimiento posnatal, en su inicio, es muy rápido y fundamentalmente se manifiesta como de tipo hipertrófico.

Principales acontecimientos:

- Crecimiento en tamaño, variaciones de forma y proporciones corporales.
- Variaciones en la composición del cuerpo.
- Desarrollo de las capacidades motoras.
- Perfección de todas las funciones del organismo.

Los primeros momentos de la vida posnatal son de un crecimiento muy rápido. Nunca más se llegará a los valores alcanzados aquí. Hay otro momento de gran crecimiento en la adolescencia, donde prácticamente se alcanzan las proporciones del adulto.

Estadios del desarrollo posnatal. Existen varias clasificaciones:

- Recién nacido, lactante, preescolar, escolar y adolescencia.
- Primera infancia, segunda infancia o intermedia, etapa de aceleración o empuje puberal y fase de detención final del crecimiento.

Primera infancia. Desde el nacimiento hasta los 3 años: período de crecimiento rápido, pero con notable desaceleración con respecto a la fase anterior. Esta es una etapa de riesgo, sensible a las carencias nutricionales, infecciones y otras enfermedades (respiratorias, diarreas, parasitosis).

Segunda infancia. Se extiende desde los 3 años hasta el comienzo de la etapa puberal. La velocidad de crecimiento se mantiene casi constante. En el desarrollo psicomotor se producen cambios importantes en la motilidad fina y la adquisición de conocimientos que posibilitan la integración de una educación formal.

Empuje puberal. Señala los grandes cambios que sufre el niño en su condición somática y desarrollo psicosocial. Es un período de rápidas transformaciones, las cuales condicionan en gran parte la adaptación del joven al ambiente. Comprende los siguientes aspectos:

- Aceleración y desaceleración del crecimiento en la mayor parte de los órganos internos, lo cual se expresa a través de las dimensiones totales del cuerpo y sus proporciones.
- Modificaciones de la composición corporal: crecimiento del esqueleto, de los músculos, de la cantidad y distribución de grasa.
- Desarrollo del sistema vascular y respiratorio, con incremento de la fuerza y la resistencia, principalmente en el sexo masculino.
- Desarrollo de las gónadas, los órganos de la reproducción y los caracteres sexuales secundarios.

Detención final del crecimiento. Es el fin de un proceso complejo que se inició en el momento de la concepción y finaliza aproximadamente en la mitad de la segunda década de la vida. En este momento, el individuo se encuentra en condiciones físicas, que sumadas a la experiencia del aprendizaje, posibilitarán su expresión en el medio social.

No todos los tejidos detienen completamente su crecimiento en la vida adulta. Hay algunos como la piel y la mucosa intestinal, que a través de un proceso de desgaste y regeneración conservan su capacidad de crecimiento durante toda la vida.

El crecimiento posnatal también se efectúa según un plan, esto quiere decir que siempre el individuo tendrá un mismo recorrido, sin embargo, existen componentes importantes, relativos al medio donde se desarrolla, que repercuten en su crecimiento.

Durante la ontogenia se producen los procesos de crecimiento, madurez y desarrollo, de una forma precisa, concatenada y con un orden específico. Este control es centralizado por las particularidades de la especie humana y está influido por el ambiente donde se desarrolla el niño.

Los factores hereditarios y ambientales son esenciales para conseguir el desarrollo del individuo. Cuando estos se afectan, se producen desviaciones de los canales de crecimiento normales por donde debe transitar el niño: se desorganiza el crecimiento.

CAPÍTULO 2

PATRONES DE CRECIMIENTO: LAS CURVAS DE CRECIMIENTO

Se ha estimado que el número de células que posee el ser humano es del orden de 10^{14}. Dicha cifra la cubre el organismo a través de 45 generaciones de células derivadas del óvulo fecundado. Este crecimiento se puede ejemplificar mediante las 2 dimensiones antropométricas más utilizadas: estatura y peso.

Imaginemos el crecimiento como una forma de movimiento y al individuo que recorre su curva de crecimiento como un tren que pasa por diferentes estaciones. Existe una curva que refleja la distancia recorrida y otra que indica las velocidades.

La curva de distancia es la que señala el tamaño alcanzado a edades sucesivas, o el camino recorrido por el sujeto en su trayectoria, hasta conseguir el estado adulto.

La curva de velocidad es la que indica los incrementos logrados en las diversas etapas, en el transcurso del crecimiento. Expresa la tasa de crecimiento. Refleja el ritmo de crecimiento.

La velocidad de crecimiento expresa la situación de un niño en un momento dado, de manera más eficiente que la distancia recorrida, que depende en gran medida de lo que ha crecido en los años anteriores. En algunas circunstancias, una curva de aceleración puede expresar los acontecimientos todavía mejor (Fig. 2.1).

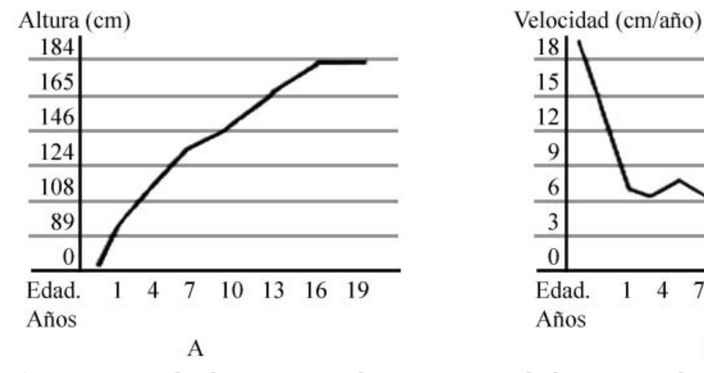


Fig. 2.1. Ejemplo de una curva de crecimiento de la estatura de un niño. Se indica el tamaño alcanzado a las diferentes edades (a) y la velocidad de crecimiento (b).

ESTADO DEL CRECIMIENTO: LA CURVA DE DISTANCIA

La curva de distancia es una representación del crecimiento alcanzado en el tiempo; se expresa gráficamente en función de la edad cronológica en que las medidas fueron obtenidas.

Cuando se analiza un conjunto de datos, se obtienen curvas medias representadas en función de la edad y el sexo, que no dispersan la enorme variación individual, pero pretenden representar la curva típica de crecimiento de la especie.

La curva es semejante para uno y otro sexos en diferentes medidas, pero la altura ganada en un determinado intervalo de edades y momento del salto pubertario evidencia una enorme variación entre los individuos.

En la figura 2.2 se muestra la curva de distancia para la estatura y el peso (entre el nacimiento y los 18 años) en hembras y varones; refleja el crecimiento alcanzado en diferentes etapas. La forma de la curva de la estatura tiene una mayor pendiente en los primeros años de la vida, mientras la del peso es más achatada.

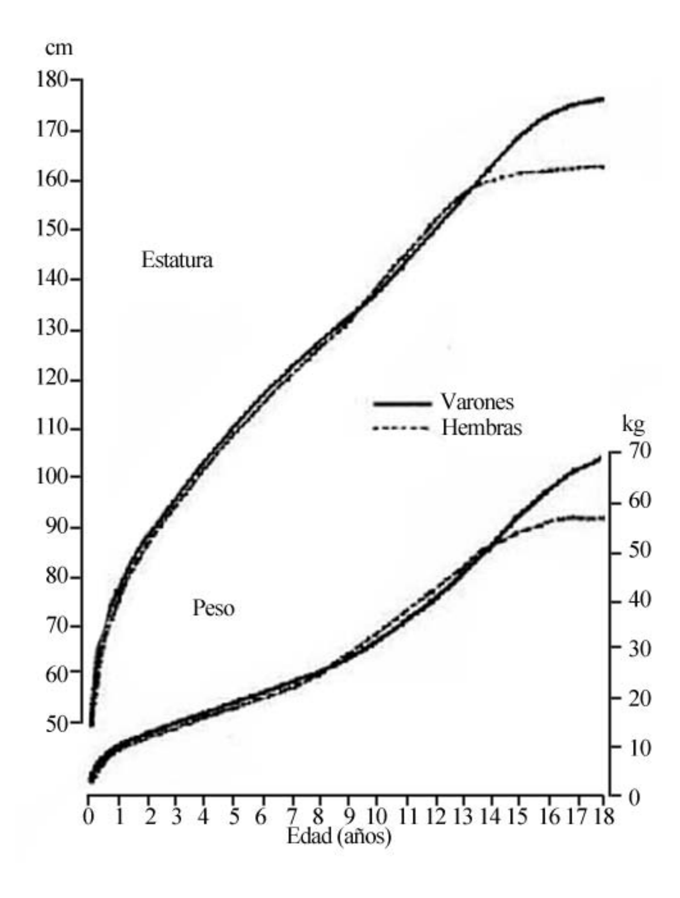


Fig. 2.2. Curvas de distancia para la estatura y el peso, en hembras y varones.
Fuente: Malina y Bouchard (1991).

Entre los aspectos descriptivos fundamentales de la curva de estatura se señalan:

- Rápido crecimiento desde la 1ra. hasta la 2da. infancia (prescolar).
- Ganancia más estabilizada durante la 2da. infancia (preadolescencia).
- Crecimiento rápido durante el salto puberal.
- Crecimiento lento hasta su encerramiento, en que alcanza la estatura adulta final.

La curva de distancia indica el tamaño alcanzado por un niño en un intervalo de edad dado, o la distancia que recorre en su camino para el estado adulto.

Estos tipos de curva son la expresión del estado de crecimiento y por ello se utilizan para monitorear el patrón de crecimiento individual. Entre sus características más relevantes se puede observar que:

- Son curvas medias (ajustadas por procesos matemáticos).
- Expresan las medidas corporales de un número de niños en cada intervalo de edad.
- Absorben la variación inherente a cada grupo de edad (no expresan el patrón de crecimiento individual).

La evaluación del estado de crecimiento de un niño o un grupo es efectuada a partir de la comparación con datos de referencia procedentes de grandes muestras de poblacionales, construidos mediante curvas de distancia. Se formulan en varias curvas mediante los percentiles calculados para esas poblaciones y expresan la variabilidad normal. Estos se discutirán más adelante.

RAZÓN O TASA DE CRECIMIENTO: LA CURVA DE VELOCIDAD

La curva de "razón" de crecimiento o curva de velocidad (cm/año; kg/año, etc.) se evidencia de una forma diferente a la de distancia, ya que los datos se expresan en función del crecimiento ganado con cada intervalo de edad.

Durante los primeros 22 meses de vida (10 meses lunares de vida intrauterina y los 12 primeros meses de vida extrauterina), el nuevo ser desarrolla la mayor velocidad de crecimiento de toda su existencia. Ninguna otra vez se obtendrán valores como estos. Posterior a este momento, la velocidad va a descender, pero al nacimiento todavía tiene valores muy elevados que no se volverán a repetir (Fig. 2.3).

Concretamente, a los 4 meses de edad gestacional el feto desarrolla la máxima velocidad, y crece en estatura a razón de 11 cm/mes (entre 10 y 12 cm/mes). A partir de este momento ocurre una desaceleración que se prolonga hasta el momento del nacimiento, que se presenta como un crecimiento acelerado. Entre las 16 y 30 semanas la reducción se traduce en 3 cm/mes (36 cm/año).

El ser microscópico inicial alcanza alrededor de 75 cm de estatura en el primer año de vida, sin embargo, esta velocidad no se mantiene constante: se presentan períodos de máxima aceleración y otros en los que el crecimiento transcurre de forma más lenta, es decir, durante el crecimiento, el individuo pasa por períodos de altas y bajas velocidades.

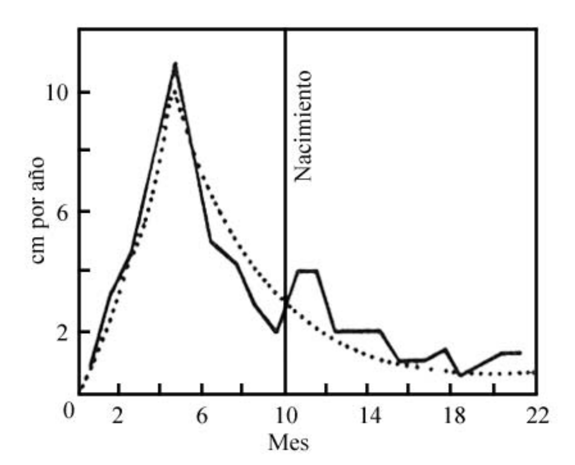


Fig. 2.3. Curva de velocidad de crecimiento para la estatura antes y después del nacimiento.

Durante los 3 primeros años de vida extrauterina o posnatal, la velocidad desarrollada es mucho mayor que en los años subsiguientes. Así, en el primer año el niño crece con una velocidad promedio de 25 cm/año. En el segundo año la velocidad promedio es de 12 cm/año. A partir de los 3 años y hasta los 9, la velocidad es aproximadamente constante y del orden de los 5 a 7 cm/año.

Valores más detallados indican que la reducción de la velocidad es de 15 cm/año al final del primer año; hasta 8 cm/año al final del tercer año. Entre el primer año y los 2 años, la velocidad promedio es de 11 cm/año; disminuye a 6,5 cm/año entre los 4 y 5 años, pero se estabiliza entre 5 y 6 cm/año hasta el inicio de la pubertad.

Alrededor de los 10 años (en las niñas) y los 12 años (en los varones), se produce una nueva aceleración de la velocidad de crecimiento en estatura, comienzo del empuje puberal, que finaliza alrededor de los 18 años en las niñas y a los 20 en los varones, hasta alcanzar la talla del adulto. El pico de mayor velocidad se produce, como promedio, alrededor de los 12 años en las hembras y a los 14 en los varones, con una variación de 2 años en más o en menos para cada sexo (con un rango promedio entre 9 y 10 cm/año).

Se puede resumir que la curva de velocidad de la altura posnatal presenta un trazado con 3 segmentos importantes (Fig. 2.4):

1. Un segmento que expresa un período de desaceleración, que va desde el nacimiento hasta el 2do. año de vida.
2. Un período de relativa estabilización, pero alcanzando un punto de mínima velocidad (*take-off*) antes de la pubertad.
3. Un período de rápida e intensa aceleración del crecimiento, con un pico máximo del crecimiento, que expresa un sinnúmero de transformaciones puberales.

Posteriormente hay una nueva desaceleración hasta la terminación del crecimiento.

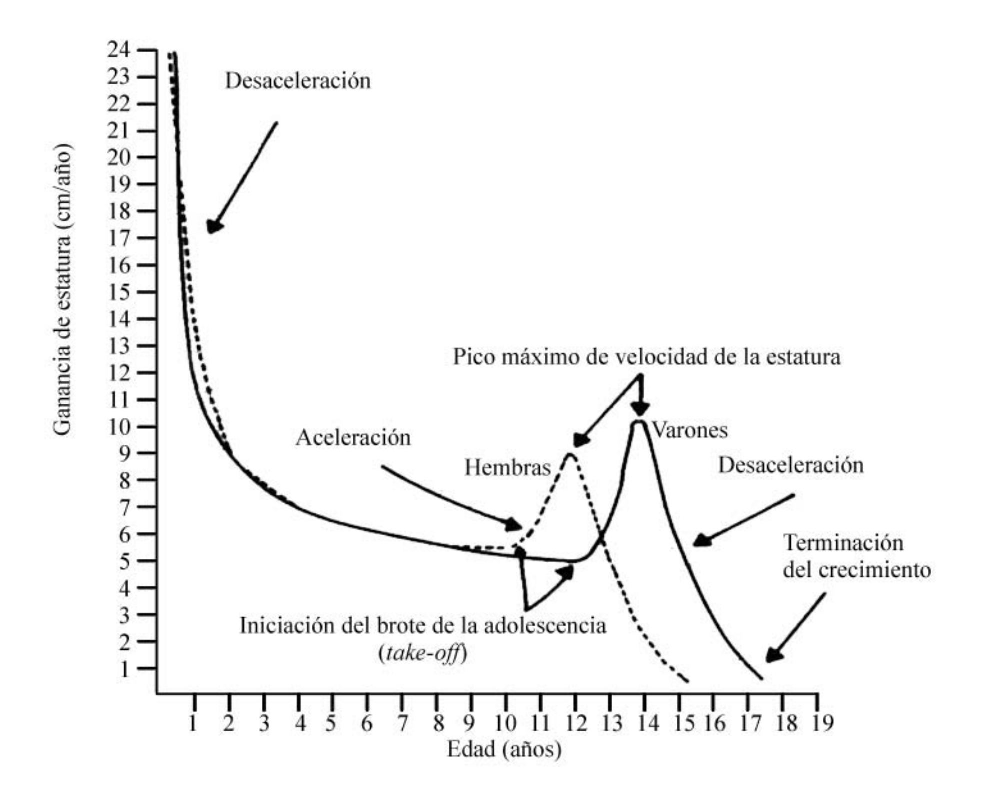


Fig. 2.4. Partes de la curva de velocidad de crecimiento.
Fuente: Malina y Bouchard (1991).

La curva expresa la variación entre varones y hembras, e indica que estas tienen un ritmo de crecimiento más acelerado y los anteceden en su llegada al pico máximo.

En cuanto al peso corporal (Fig. 2.5), la curva de velocidad sigue un patrón muy parecido al de la estatura, con una forma más achatada, y se observan las mismas diferencias entre uno y otro sexo.

A medida que la gestación progresa, el porcentaje de aumento del peso corporal por día disminuye, en tanto que el incremento en gramos por día aumenta, como se refiere en la tabla 2.1. Esto señala la necesidad de un aporte de nutrientes adecuado para posibilitar este incremento.

Tabla 2.1. Incrementos de peso corporal en la etapa prenatal y los 6 primeros meses de vida posnatal

Edad	Incrementos en gramos/día (aproximado)	Incremento del peso corporal/día (%)
12 semanas de gestación	5	6,0
21 semanas de gestación	10	2,5
29 semanas de gestación	20	1,6
37 semanas de gestación	35	1,3
1 semana de gestación	30-35	0,8
6 meses de vida posnatal	20	0,25

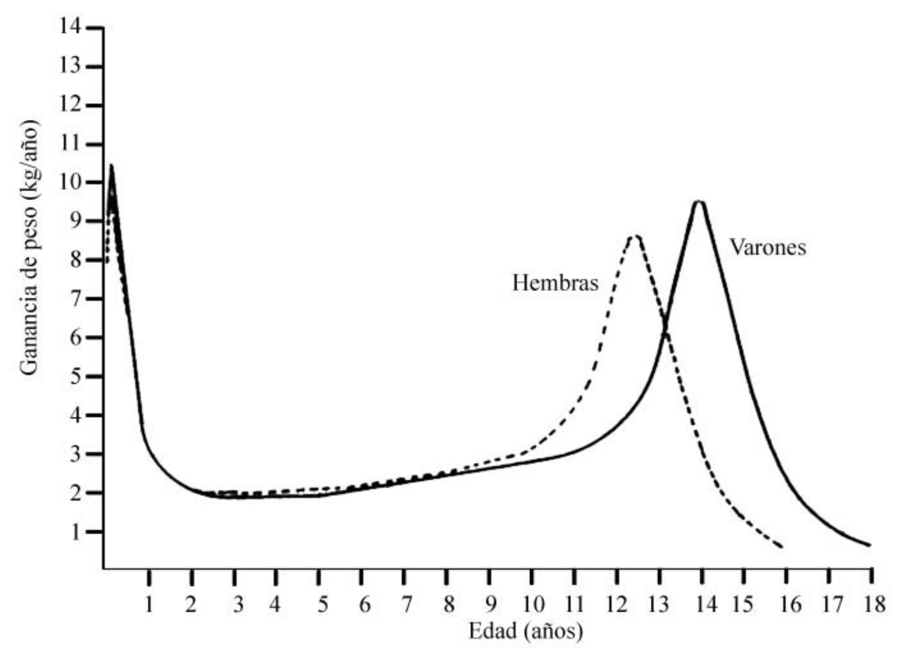


Fig. 2.5. Curva de crecimiento del peso en hembras y varones.
Fuente: Malina y Bouchard (1991).

En el momento del nacimiento, la velocidad de crecimiento del peso es de 7 a 9 kg/año, disminuye a 3,5 kg/año al final del primer año, a 2,5 kg/año al final del segundo año y se estabiliza en 2 kg/año hasta los 5 años. Con el brote de crecimiento de la adolescencia hay una nueva aceleración de la velocidad del peso, que alcanza valores entre 7 y 8 kg/año.

Las diferencias en la velocidad de crecimiento suponen mayores requerimientos nutricionales en determinados períodos, que se manifiestan no solo por la necesidad de un mayor aporte proteico-energético, sino también por la demanda de una atención psicoafectiva individualizada que le permita al niño una integración social normal.

Cuanto más rápido crece el niño, mayor efecto adverso pueden tener sobre su crecimiento los factores nutricionales y las enfermedades infecciosas, por lo tanto, los períodos de mayor riesgo durante el crecimiento son:

- El período prenatal.
- Los 2 primeros años de vida.
- La adolescencia.

CURVA DE CRECIMIENTO EN LA PUBERTAD

Los estudios de naturaleza continuada o longitudinal permiten establecer los 3 parámetros fundamentales que caracterizan el salto pubertario:

- *Edad en el take-off* (edad en que comienza el salto de crecimiento de la adolescencia).

- *Edad en el PVC*. Cuando ocurre el mayor crecimiento o del pico máximo de velocidad de crecimiento en el período.
- *PVC (cm/año)*. Es el pico máximo de velocidad, o donde ocurre una mayor tasa de crecimiento.

La edad de ocurrencia del PVC se emplea como indicador de la maduración biológica (es una característica individual que puede ser precoz, normal y tardía). En general, todos los parámetros

El PVC absoluto es variable, pero en términos medios es de 10,3 ± 1,54 cm/año (de 7 a 12 cm) en los varones y 9,0 ± 1,03 cm/año (de 6 a 11 cm) en las hembras.

En la tabla 2.2 se observan otros valores de la media y la mediana de los diferentes parámetros del salto. Se aprecia claramente cómo las hembras llegan al salto primero que los varones; esto ocurre así como promedio en las diferentes poblaciones.

Tabla 2.2. Algunos estimados de los parámetros del salto

Parámetros	Hembras		Varones	
	Media/mediana	SD	Media/mediana	SD
Edad en el *take-off* (cm)	8,1 - 10,3	0,8 - 1,6	10,3 - 12,1	0,8 - 1,3
Edad en el PVC (años)	11,4 - 12,3	0,9 - 1,2	13,4 - 14,4	0,8 - 1,2
PVC (cm/años)	7,0 - 9,1	0,8 - 1,2	8,2 - 10,3	0,8 - 1,6

Fuente: Malina, Bouchard y Beunen (1988).

Los parámetros del salto, aunque como promedio semejantes en distintas poblaciones, pueden tener determinadas distinciones. En la tabla 2.3 se muestran los estimados en Suiza e Inglaterra. Aunque ambos países son desarrollados, presentan sus características ambientales propias.

Tabla 2.3. Estimados de los parámetros del salto en países de elevado desarrollo socioeconómico

	Hembras		Varones	
	X ± SD	Amplitud	X ± SD	Amplitud
Edad en el *take-off*				
Suiza	9,6 ± 1,1	6,6 - 12,9	11,0 ± 1,2	7,8 - 13,5
Inglaterra	9,0 ± 0,7	7,7 - 10,0	10,7 ± 0,9	8,6 - 12,4
Edad en el PVC				
Suiza	12,2 ± 1,0	9,3 - 15,0	13,9 ± 0,8	12,0 - 15,8
Inglaterra	11,9 ± 0,7	10,3 - 13,2	14,2 ± 0,9	11,9 - 16,2
PVC				
Suiza	7,1 ± 1,0	5,0 - 10,1	9,0 ± 1,1	6,7 - 12,4
Inglaterra	7,5 ± 0,8	6,1 - 9,3	8,2 ± 1,2	5,6 - 10,0

Fuente: Malina y Bouchard (1991).

ELEMENTOS FUNDAMENTALES DEL SALTO PUBERAL

Existen 5 aspectos fundamentales que describen detalladamente el salto puberal:

- *Take-off*.
- Amplitud.
- Intensidad.
- PVC.
- Desaceleración.

El *take-off* se refiere al momento en que se inicia el salto puberal y ocurre a seguir del punto de mayor desaceleración del proceso de crecimiento. Es el punto más bajo de la velocidad de crecimiento, justamente antes de iniciar el salto puberal.

La intensidad es traducida no solo por la declinación de la curva, sino también por la forma entre los valores de la velocidad en el *take-off* con el PVC. Cuanto más precoz sea el momento de ocurrencia del *take-off*, mayor será la intensidad del PVC (más pronto alcanza el porcentaje de estatura adulta).

El PVC corresponde a la mayor velocidad obtenida durante el salto puberal.

La amplitud del salto puberal corresponde a la dimensión corporal entre el momento del *take-off* y el PVC.

Las tasas o velocidades de crecimiento para la estatura y el peso evidencian algunas diferencias:

- Estatura. Expresa una desaceleración constante desde la 1ra. hasta la 2da. infancia (el niño es cada vez más alto, a una velocidad cada vez más reducida. La tasa de crecimiento alcanza su punto más bajo antes del inicio del salto puberal, estatura en que la aceleración es muy elevada.
- Peso. Al contrario de la estatura, presenta una aceleración constante a pesar de reducida.
- Salto puberal. Las tasas de crecimiento de la altura y del peso evidencian semejanzas.
- PVC del peso. Ocurre cerca de un año después del PVC de la estatura.

Además de la definición precisa del salto puberal, también es evidente que un sinnúmero de niños presenta un pequeño "salto" en la altura y el peso (*mildgrowth spurt*) antes de la adolescencia, que se caracteriza por:

- Este salto ocurre entre 6,5 a 8,5 años.
- No es evidente en todos los niños.
- La variación es la frecuencia de medición en los niños, que es un factor adicional.

Existen problemas de ajustes en los modelos matemáticos diferentes para obtener las curvas de crecimiento, que no son capaces de identificarlos.

Por otra parte, la magnitud del salto de crecimiento en la adolescencia está relacionada con la edad en que ocurre, es decir, los niños de maduración precoz presentan valores superiores del PVC.

No existe cualquier relación, en niños normales, entre la edad en el PVC y la estatura final. Como promedio, los niños precoces o atrasados en la maduración terminan exactamente con la misma estatura. Asimismo, la intensidad del salto no está exactamente relacionada con la estatura final.

DIMORFISMO SEXUAL DURANTE EL CRECIMIENTO

La expresión dimorfismo sexual se refiere a las diferencias entre seres de la misma especie, pero de sexos diferentes. Las diferencias se expresan en tamaño, proporciones somáticas, voz, comportamiento y otras características.

El dimorfismo sexual expresa, claramente, la pluralidad de las diferencias entre hembras y varones en:

- Tamaño.
- Forma.
- Estructura tisular.

Clasificación de los modos de expresión del dimorfismo sexual:

- Mediante las tasas diferenciales de crecimiento que operan solamente en la adolescencia y son resultado de las diferentes secreciones hormonales, por ejemplo, la proporción entre hombros y caderas (anchura biacromial/anchura bicrestal), en la que los varones predominan sobre las hembras.
- Mediante el diferencial temporal del salto puberal. En las hembras es más precoz que en los varones.
- Como consecuencia de este diferencial, es el mayor período de crecimiento de los varones, que induce a un tamaño superior.
- Mediante las distintas tasas de crecimiento que ocurren desde el nacimiento o durante un período anterior, por ejemplo, crecimiento del antebrazo relativo al miembro inferior o al superior.

DIMORFISMO SEXUAL POR ETAPAS

Preadolescencia. Hay una diferencia entre los sexos, pero sin gran expresión en el dominio somático.

Adolescencia. Se van manifestando gradualmente múltiples diferencias entre los sexos que se establecen de forma definitiva al final de período, en dimensiones totales, proporciones, características fisiológicas, conductuales y desempeño deportivo-motor.

Posadolescencia. Hay un dimorfismo presente y fácilmente identificable. Aquí es muy importante la acción de diferentes hormonas. La expresión fenotípica de este diferencial para las "metas" precisas es designada por las características sexuales secundarias (en un sentido amplio).

EXPRESIÓN DEL DIMORFISMO SEXUAL A PARTIR DE LAS CURVAS DE CRECIMIENTO

Curvas de distancia. Es evidente en uno y otro sexos la presencia de un curso de crecimiento con un mismo patrón general.

Presencia de dimorfismo:

- Las diferencias antes del salto puberal son consistentes, pero sin gran expresión.
- Los varones tienden a ser más altos y pesados que las hembras.
- En el inicio del salto puberal, las hembras son temporalmente más altas y pesadas que los varones, una vez que su salto puberal es más precoz.
- Esta ventaja disminuye y desaparece después del salto puberal de los varones, y como promedio los varones tienden a poseer estaturas superiores.

Curvas de velocidad. El salto puberal ocurre más temprano en las hembras que en los varones (2 años como promedio). En término medio, las hembras cierran el crecimiento en estatura alrededor de los 15 años, mientras que los varones lo hacen alrededor de los 18 años.

La apreciación iniciada de la curva de crecimiento permite esclarecer las diferencias entre hembras y varones:

- La diferencia entre sexos en la estatura (en término medio) se resume en cerca de 13 cm.
- La explicación de este hecho radica en que los varones poseen 2 años más de crecimiento preadolescente (2 años antes del salto puberal, a pesar de que la diferencia en el PVC puede ser aproximadamente 2,0 cm).
- En la fase preadolescente los varones ganan cerca de 5 cm/año y dada la diferencia de 2 años en el salto puberal, 5 cm/año x 2 años = 10 cm de crecimiento no expresado en las hembras.
- Lo anterior retribuye en la mayor intensidad del salto puberal y mayor duración de crecimiento preadolescente a favor de los varones.

TIPOS DE DATOS DE CRECIMIENTO

Los procedimientos para realizar los estudios de crecimiento pueden ser de diferentes tipos (Fig. 2.6).

Transversales. Cuando se miden niños diferentes a cada edad. Los sujetos se miden solo una vez en el tiempo.

Longitudinales. Cuando se mide un niño o un mismo número de niños a cada edad. Los sujetos se miden varias veces en el tiempo.

Estos son los estudios recomendados para calcular las curvas de velocidad de crecimiento. Permiten obtener los valores de la velocidad máxima de crecimiento y la edad del pico (PVC).

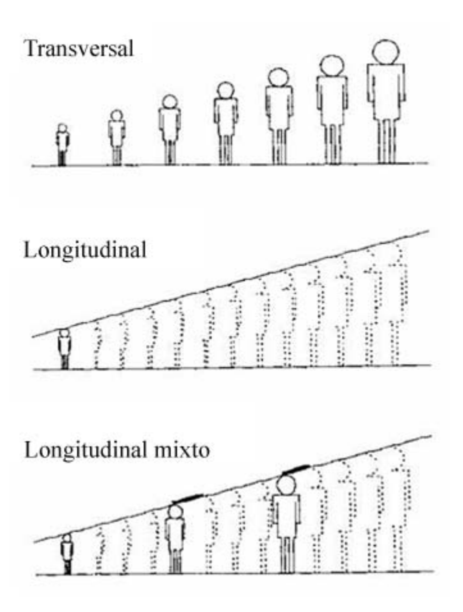


Fig. 2.6. Tipo de datos de crecimiento.
Fuente: Bueno (1996).

Los estudios transversales son los más utilizados para construir los patrones de referencia de la población en crecimiento, en curvas de distancia. Son limitados para la salud pública, pues no revelan las diferencias individuales en el ritmo de crecimiento ni las fases particulares de la adolescencia.

En la práctica, en los estudios longitudinales se pierden muchos individuos que no pueden ser medidos durante un período prolongado. Para continuar el estudio se miden otros individuos (tomados transversalmente) que correspondan con la fase en que se encuentra. Estos son los longitudinales mixtos; con ellos puede estimarse también la velocidad de crecimiento.

PATRONES DE CRECIMIENTO

La recolección sistemática de gran cantidad de datos antropométricos de niños normales permite calcular los promedios y las desviaciones para cada una de las medidas y para cada edad. Estadísticamente, existe una variabilidad dentro de la normalidad de esos valores, los cuales se pueden agrupar en una medida central (la media o la mediana) y los valores de dispersión alrededor de ese valor central (desvío estándar, percentil, etc.). Estos datos sirven para confeccionar las tablas de crecimiento y a partir de estas, las gráficas de crecimiento. Ambas (tablas y gráficas) constituyen los llamados patrones de referencia para evaluar el crecimiento del niño.

Particularmente, las curvas de crecimiento alcanzado (curvas de distancia) son las que se emplean para valorar el estado de crecimiento de los niños. Esta evaluación se realiza mediante la comparación con datos de crecimiento derivados de una muestra grande de niños supuestamente sanos.

Los patrones o datos de referencia constituyen el punto de partida para las evaluaciones del crecimiento de un niño o de un grupo de niños. En general, las curvas o tablas se presentan divididas por percentiles, que sirven para definir los niveles de riesgo durante el crecimiento.

Los percentiles son variables de posición, calculadas en una distribución de datos de una población y permiten la ubicación exacta de un sujeto respecto a esa referencia. Con este método se puede evaluar el crecimiento y desarrollo de cualquier niño en peso, talla u otra dimensión, comparándolo con la población de la cual proviene.

El percentil 50 representa la mediana o average y expresa que el 50 % de los niños de la muestra se encuentran bajo el valor y el otro 50 % por encima. Se señalan diferentes percentiles para las evaluaciones, los cuales varían según el país o la metodología seguida.

Los patrones del NCHS incluyen los percentiles 5, 10, 25, 50, 75, 90 y 95, que tienen su correspondencia con los llamados "puntajes z", basados en la dispersión de los valores de la desviación estándar (DE), con respecto a la mediana de la distribución. Los datos de referencia cubanos, por su parte, están determinados por los percentiles 3, 10, 25, 50, 75, 90 y 97. Un niño ubicado en el percentil 25 de peso significa que el 75 % de los niños de su edad son más pesados.

La representación gráfica se inscribe en un sistema de coordenadas: en el eje vertical (ordenadas) se ubica la variable medida en la unidad correspondiente (estatura en cm, peso en kg, etc.); el eje horizontal (abscisa) se refiere al tiempo (edad en semanas, meses o años). El punto de cruce del valor antropométrico con la edad señala la posición del valor en la gráfica.

En toda gráfica de crecimiento se establecen límites superiores en inferiores, entre los que se incluye un área. La población de individuos cuyas medidas se encuentren entre los límites preestablecidos se considera como normal.

El concepto de población normal surge del análisis de una cantidad significativa de datos que permite establecer los límites que discriminan una población normal de otra anormal.

El límite discriminante recibe el nombre de punto de corte y se establece en función del fenómeno a estudiar.

En la figura 2.7 se muestra la distribución de frecuencias de la estatura de 2 poblaciones, una teórica normal y otra anómala. Cuando el límite fijado se establece más a la derecha, mayor será la sensibilidad que se tiene para detectar los casos patológicos, pero entre estos últimos pueden quedar incluidos muchos niños con crecimiento normal. A la inversa, cuanto más a la izquierda se ubique el límite inferior normal del gráfico, mayor será la especificidad, es decir, la capacidad de reconocer y seleccionar a individuos normales.

Al establecer los puntos de corte se deben considerar los recursos disponibles para la atención del problema. En el caso de la detección de la desnutrición, esta definición es una decisión política de gran trascendencia, que debe ajustarse a la realidad del país en cuestión.

Los patrones de crecimiento pueden ser locales o internacionales.

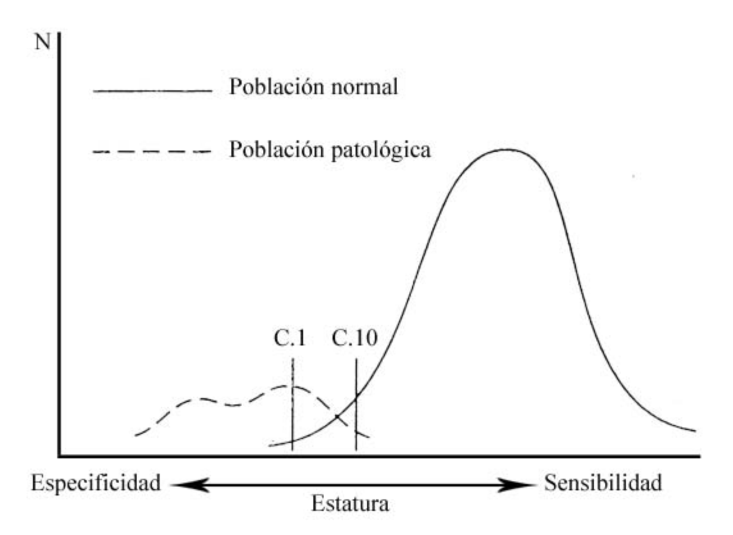


Fig. 2.7. Distribución de datos de la estatura en una población teórica normal y otra patológica a una edad dada.

Locales. Se obtienen de una población perteneciente a un país o a un área determinada. Describen las características que componen a esa población, como se muestra en la figura 2.8 con la referencia cubana para la estatura de 0 a 19 años.

Internacionales. Se obtienen en una población seleccionada, posiblemente de élite. Los datos proceden de grupos socioeconómicamente favorecidos. En la figura 2.9 se refieren los datos del NCHS, publicados por el CDC en el año 2000, propuestos como referencia internacional del crecimiento entre el nacimiento y los 20 años de edad.

Los patrones del NCHS del año 1977 fueron considerados como valores de referencias internacionales, según la OMS, y de ellos se han señalado los niveles de riesgo para evaluar el crecimiento; en el año 2000 fueron revisados por el CDC. En la actualidad se dispone de nuevos valores para la población de 0 a 5 años, verdaderamente internacionales, pues fueron obtenidos a partir de bases de datos de distintos países, en niños amamantados. En Cuba y otros países como Venezuela, Reino Unido, etc., existen normas locales o nacionales para valorar el crecimiento físico. También se han editado referencias para niños con desórdenes en el crecimiento, que incluyen el síndrome de Down, síndrome de Marfan, acondroplasia, sicklemia, síndrome de Turner y otros.

Existe una gran polémica sobre qué datos de referencia seleccionar para evaluar el crecimiento. Las diferencias siempre son mayores con las referencias internacionales y se encuentran más individuos en los niveles de riesgo.

En países de América Latina deben reconocer como "en riesgo" de desnutrición a todo niño que no alcance 1 DE o el percentil 20 del peso, como justificación de una suplementación nutricional y más aun si está por debajo de estos valores en la talla, debiéndose observar esto entre 3 y 5 meses antes de poder clasificarlos como que recorren su canal normal de crecimiento.

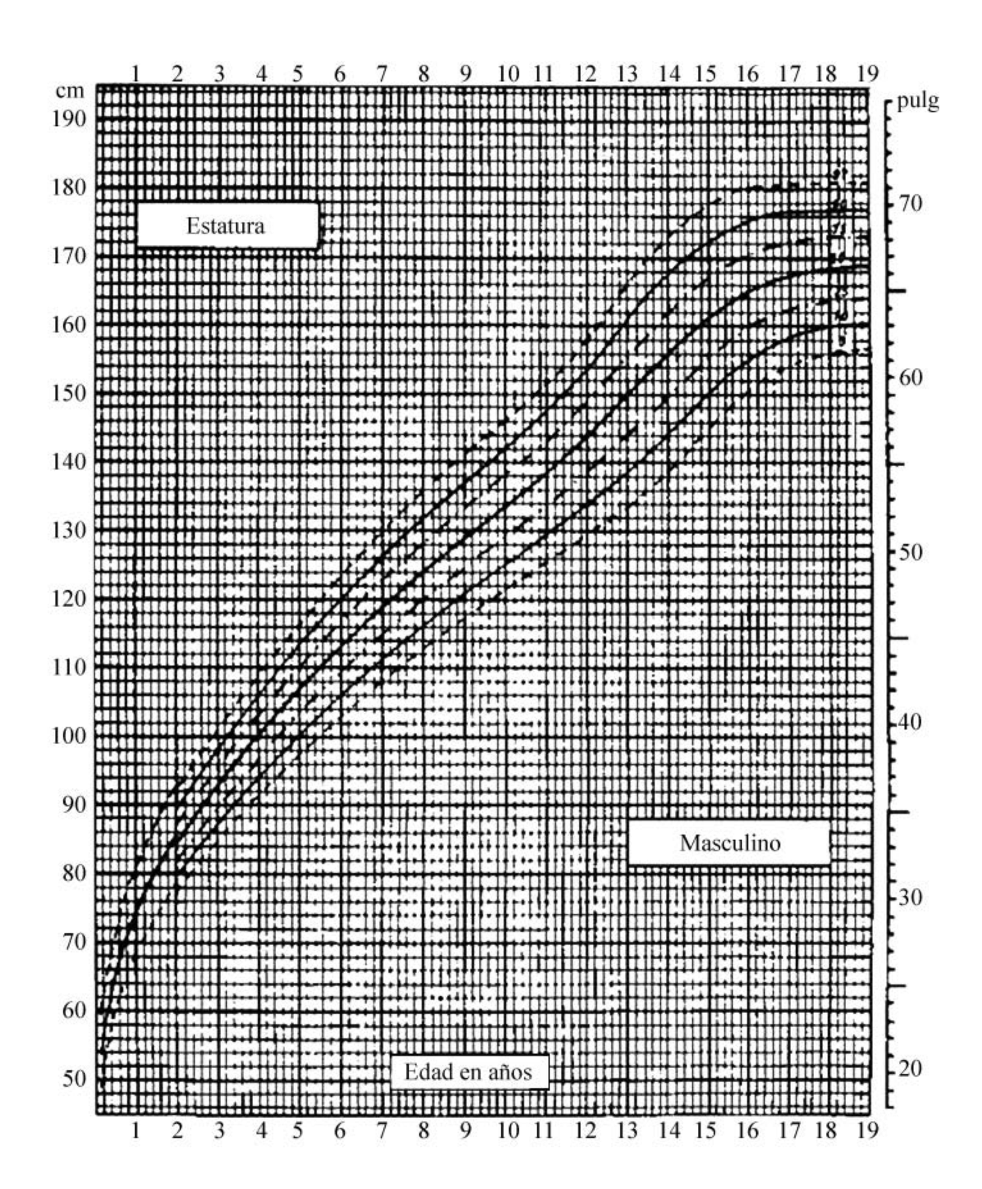


Fig. 2.8. Referencias locales.
Fuente: Jordán (1979).

Valores por debajo de 2 DE en las dimensiones y los índices clásicos para valorar al niño ya se consideran como un diagnóstico de déficit de crecimiento y/o nutrición.

En Cuba, al utilizar las normas locales de crecimiento se han definido los puntos de corte específicos para las características de la población y los niveles de gestión político-administrativos.

Interpretación de las gráficas de crecimiento

Existen 2 formas de evaluar el crecimiento de un niño:

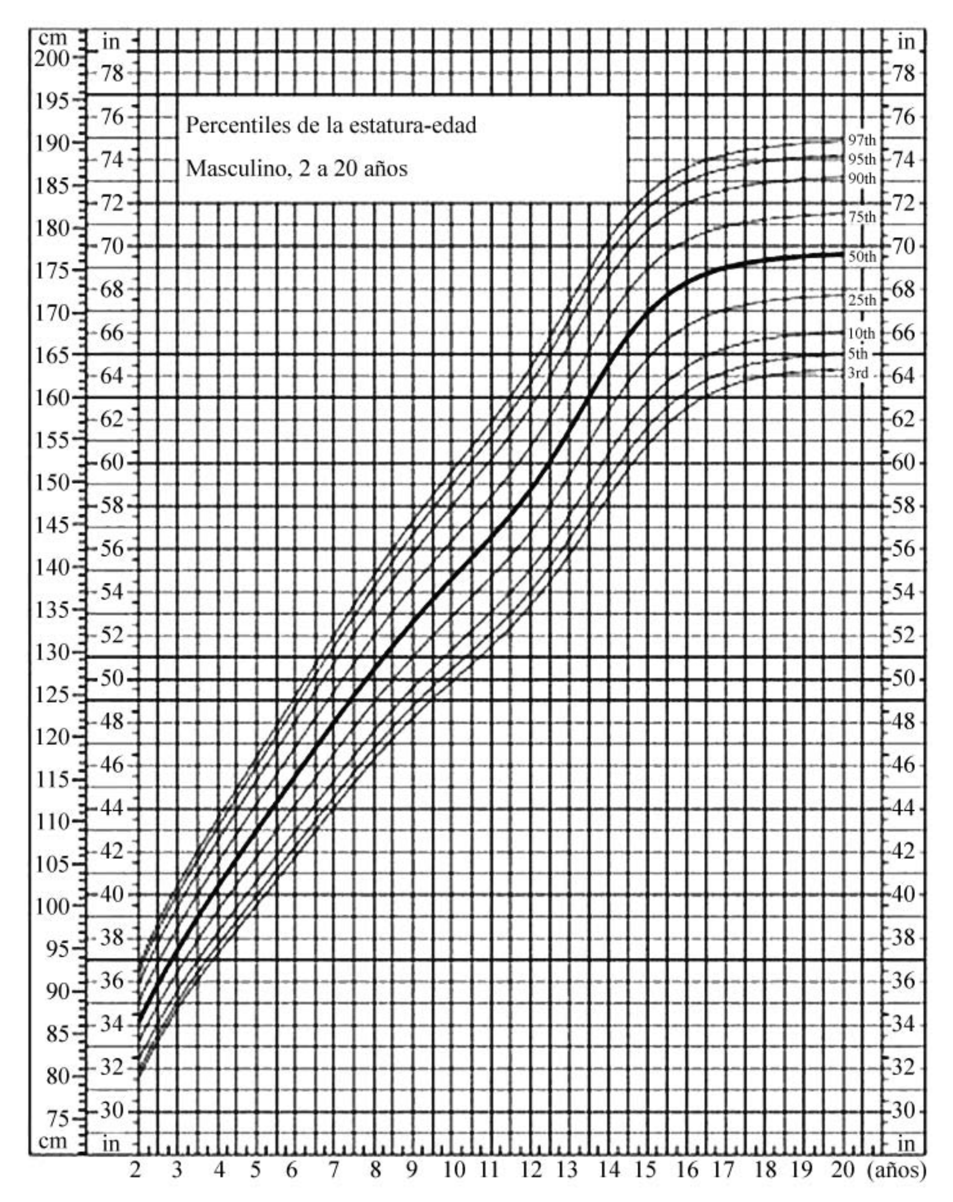


Fig. 2.9. Referencias internacionales (NCHS).
Fuente: Kuczmarsky y col (2000).

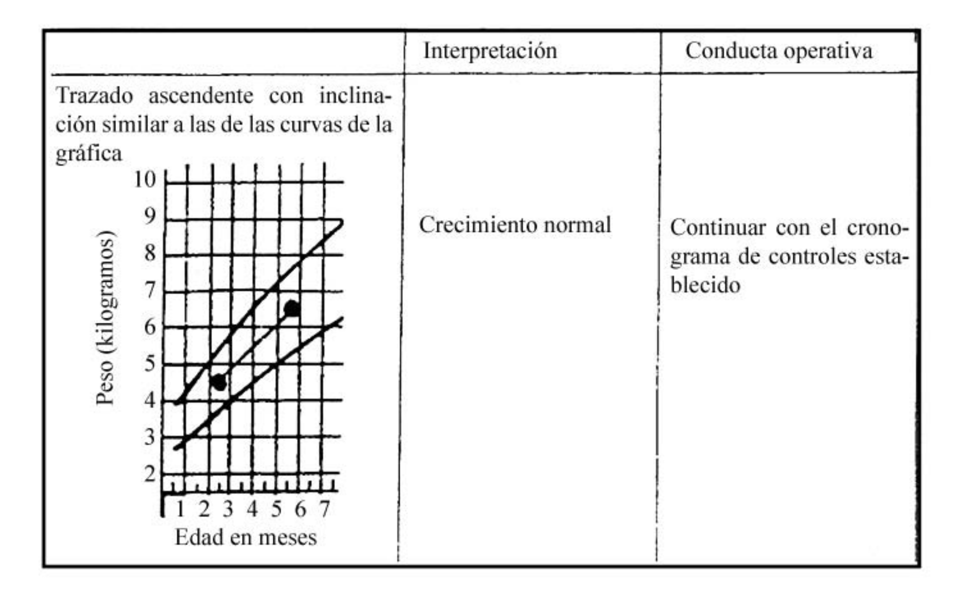
- Diagnóstico del crecimiento mediante una medición. Evalúa la dimensión alcanzada (peso, talla, etc.) a una edad determinada, con respecto a los límites establecidos como normales de los valores de referencia para esa medición (Fig. 2.10).

  Aunque en el ejemplo aparece un niño con peso satisfactorio, porque se encuentra dentro del rango de normalidad definido para esa curva de crecimiento, si se ubicara por encima del límite superior estaría en una condición de sobrepeso y por debajo del límite inferior tendría una malnutrición.

- Diagnóstico del crecimiento mediante mediciones sucesivas. Evalúa la trayectoria del crecimiento. Se valora con 2 o más mediciones, que se ubican dentro de la gráfica de referencia y se unen con una línea, de lo cual se obtiene la curva individual de crecimiento. En condiciones de salud la curva descrita por el niño debe ser paralela a la que limita el área normal de la referencia. En la figura 2.11 se ejemplifica una evaluación para el peso corporal. Se puede establecer un pronóstico y orientar una conducta según la posición de los valores registrados.

	Interpretación	Conducta operativa
1 Peso Edad	Peso satisfactorio	Evaluar periódicamente el crecimiento, de acuerdo con el cronograma establecido

Fig. 2.10. Diagnóstico del crecimiento mediante una sola medición.



	Interpretación	Conducta operativa
Trazado ascendente con inclinación similar a las de las curvas de la gráfica	Crecimiento normal	Continuar con el cronograma de controles establecido

Fig. 2.11. Diagnóstico del crecimiento mediante dos mediciones sucesivas.

Una trayectoria no normal de crecimiento del peso de un niño estaría dada cuando un primer punto en el tiempo se encuentre sobre los rangos normales del crecimiento y el segundo valor sucesivo, fuera de estos límites; indicaría un crecimiento lento si continúa su incremento fuera del rango inferior.

El uso de las gráficas de crecimiento como patrones de referencias permite que el personal de salud pueda reconocer el crecimiento normal e interpretar las variaciones individuales en términos de estado de salud, así como observar el crecimiento en la propia comunidad contribuyendo a la vigilancia epidemiológica de la población.

Con la información obtenida el personal de salud debe ser capaz de influir sobre los proyectos y decisiones políticas en los terrenos local y central.

CURVAS DE CRECIMIENTO DE DIFERENTES TEJIDOS Y PARTES DEL CUERPO

La mayoría de las dimensiones corporales dan curvas de crecimiento semejantes a la estatura.

Las dimensiones del esqueleto y de los músculos, ya sea en anchura o longitud, crecen de esta forma, sin embargo, hay excepciones: cerebro y cráneo, órgano de la reproducción, el tejido linfoide de las amígdalas, adenoides y la adiposidad subcutánea.

La curva de Scammon representa estas diferencias con el empleo del tamaño alcanzado o la distancia recorrida durante el crecimiento (Fig. 2.12). Existen 4 tipos básicos:

- *Linfoide*. Timo, nódulos linfáticos, masas linfáticas intestinales, etc. Crecen aceleradamente y alcanzan su máximo en la pubertad.
- *Neural (cerebral y cefálico)*. Cerebro y sus partes, médula, ojos, oídos, dimensiones de la cabeza (excepto la cara). El cerebro y el resto del sistema nervioso central crecen con rapidez en el período prenatal y en el posnatal hasta los 6 años; al punto de esa edad han alcanzado el 90 % del tamaño adulto.
- *General*. Cuerpo en general (tamaño), órganos respiratorios y digestivos, riñones, esqueleto (no incluye la cabeza), músculos, etc.
- *Reproductivo o genital*. Ovarios, trompas de falopio, testículos, próstata, entre otras. Crecen francamente durante la pubertad.

Características principales de la curva de Scammon:

- La estatura (altura o longitud supina) sigue la curva general.
- Las dimensiones del esqueleto y los músculos siguen la curva general.
- La cara sigue un curso próximo a la curva del esqueleto.
- Los órganos de la reproducción (externo e internos) se presentan con una curva que indica un crecimiento y desarrollo prepuberal muy lento y muy rápido en la adolescencia.
- El cerebro, el cráneo, la médula espinal, los ojos y los oídos crecen y se desarrollan más rápido que otras partes del cuerpo:

· En el primer año estas estructuras alcanzan el 60 % del peso adulto.
· A los 5 o 6 años alcanzan el 90 % del peso adulto.

- El tejido linfoide es abundante al nacimiento y aumenta muy rápidamente; alcanza el valor máximo al inicio de la adolescencia y después decrece:
  · A los 12 años los niveles de este tejido son el doble del adulto.
  · El crecimiento del tejido linfoide es opuesto al reproductivo.

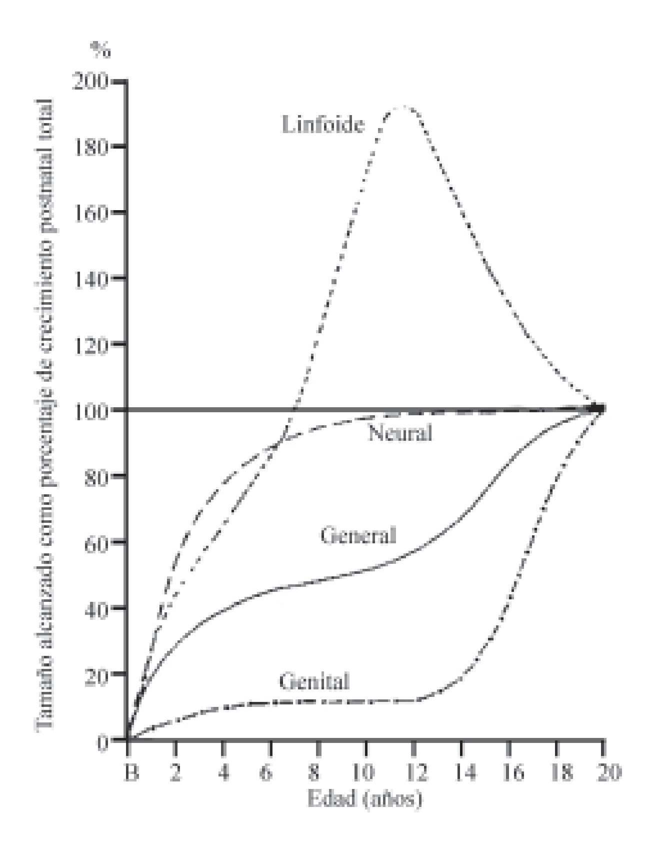


Fig. 2.12. Curva de Scammon.

Grasa subcutánea. No aparece en los patrones de crecimiento de Scammon y tiene una curva muy particular (Fig. 2.13).

En las curvas de distancia de crecimiento posnatal se observa que la adiposidad subcutánea se incrementa a partir del nacimiento, hasta alcanzar un máximo después de los 9 meses o 1 año; disminuye primero de una forma rápida y después más lentamente, hasta llegar a los 6 u 8 años, donde aumenta de nuevo y alcanza valores elevados.

En la adolescencia, la adiposidad del tronco continúa su aumento en uno y otro sexos; en la región del brazo disminuye en los varones y aumenta en las hembras. En las curvas de velocidad se describe mejor este fenómeno (Fig. 2.14).

Los valores máximos de la velocidad de crecimiento de la adiposidad se obtienen en las últimas semanas de la vida prenatal y después comienzan a descender.

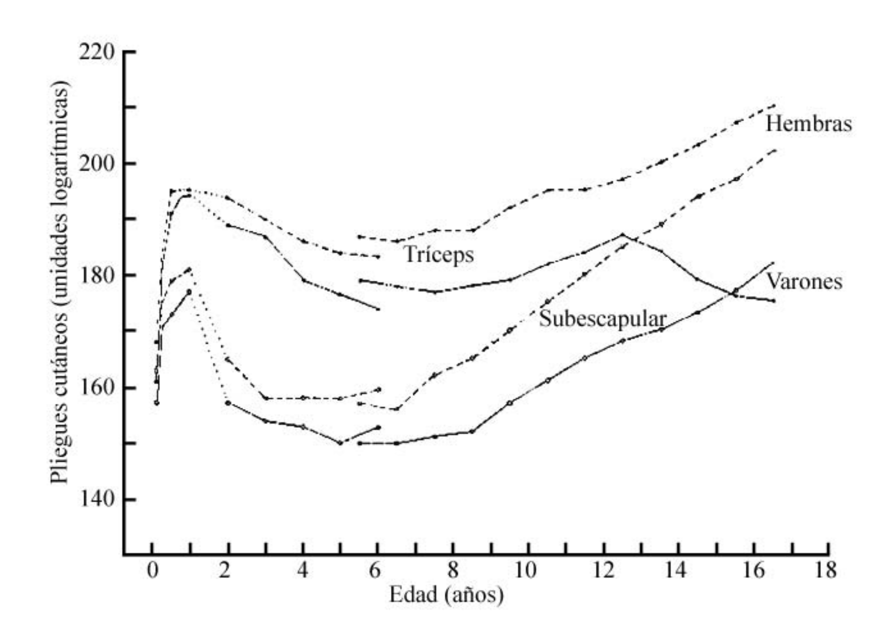


Fig. 2.13. Curva de distancia de la adiposidad subcutánea.
Fuente: Tanner (1962).

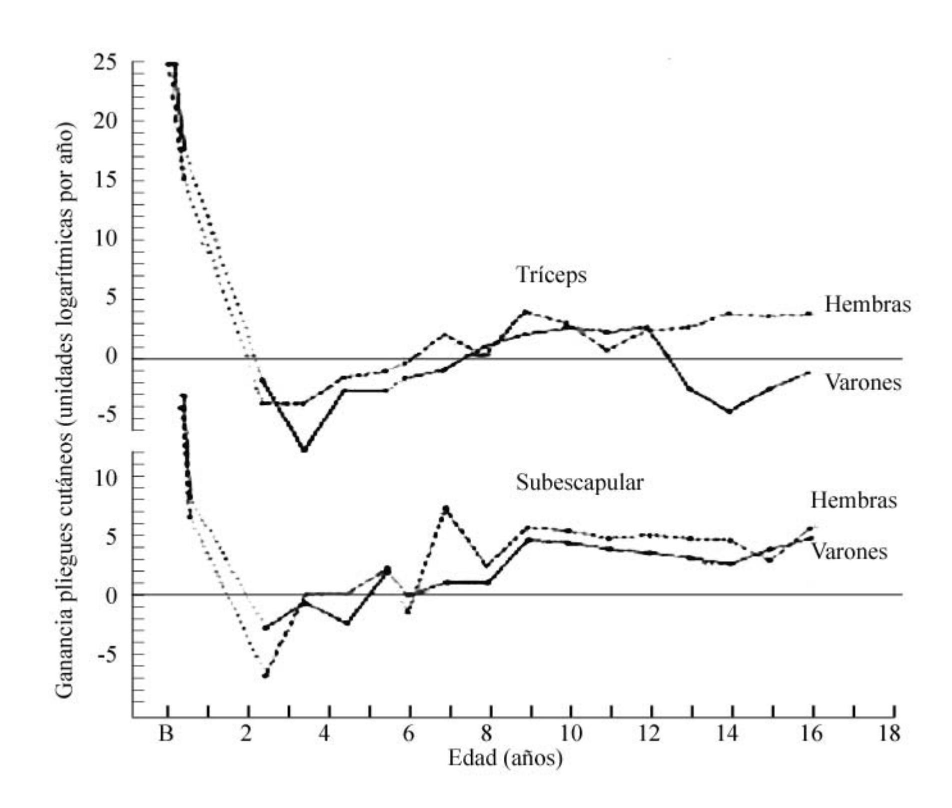


Fig. 2.14. Curva de velocidad de crecimiento de la adiposidad subcutánea.
Fuente: Tanner (1962).

Al nacimiento existen altas velocidades de crecimiento de la adiposidad subcutánea, a pesar de que la curva desciende con valores positivos, lo que quiere decir que el niño gana menos grasa, pero todavía muy rápidamente.

Entre los 9 meses y 1 año la curva comienza a tener valores negativos y continúa descendiendo, lo que quiere decir que el niño está realmente perdiendo grasa (en esta etapa aumenta la actividad motora).

Después se inicia un nuevo incremento de la velocidad, todavía con valores negativos, lo que significa que el niño continúa perdiendo grasa, pero menos rápidamente.

Entre los 6 y 8 años la velocidad pasa a valores positivos, se inicia una fase de aceleración en la curva, por tanto, el niño incrementa su cantidad de grasa hasta llegar a la pubertad.

En la adolescencia los patrones son diferentes para las hembras y los varones:

- En la región del tronco posterior continúa el incremento de la grasa en uno y otro sexos.
- En la región de las extremidades los varones sufren una disminución de la velocidad, que implica la pérdida de grasa en esta área, sin embargo, las hembras continúan el aumento de su adiposidad.

En la adultez cambian los patrones de las velocidades.

CAPÍTULO 3

ORGANIZACIÓN DEL PROCESO DE CRECIMIENTO

El crecimiento del niño es un proceso muy regular y extremadamente organizado, pero es simultáneamente dispar en las velocidades con las que diferentes tejidos y partes del cuerpo crecen; no obstante, transcurre conforme a leyes.

LEYES BIOLÓGICAS DEL CRECIMIENTO

Ley de la progresión y amortización. El aumento relativo de las dimensiones corporales generales del ser humano es tanto mayor, cuanto más joven es. El impulso del crecimiento parece disminuir continuamente, salvo en el momento del salto puberal.

Ley de la disociación. Las partes biológicas no aumentan todas en conjunto, ni en las mismas proporciones.

Ley de la alternancia. Existen períodos de crecimiento más lentos y otros más rápidos. El crecimiento es rítmico y no regular.

La estructura del organismo adulto figura, en gran parte, en el patrimonio genético que actúa interactivamente con el medio para actualizar órganos, sistemas, formas, dimensiones. De aquí emerge la idea central de que el crecimiento es controlado, regulado y actualizado por la información contenida en los genes, caracterizándose en los primeros años de vida por una dinámica de cambio, compensación y adaptación.

PRINCIPIOS BIOLÓGICOS DEL CRECIMIENTO

La organización del proceso de crecimiento está orientada por 3 principios básicos:

- Canalización y *catch-up*.
- Gradientes de crecimiento.
- Periodos críticos.

CANALIZACIÓN O CATCH-UP

Canalización. Durante su proceso de crecimiento cualquier animal joven posee la tendencia para volver a su patrón original o canal, si por cualquier circunstancia fuera desviado de este curso.

Los procesos de crecimiento y diferenciación son autoestabilizados. Esto quiere decir que el crecimiento de un niño, representado por su curva, es análogo a la trayectoria de un misil dirigido para un "blanco" distante. El blanco está determinado por la estructura genética.

El crecimiento está regulado internamente y expresa el carácter dinámico de su organización. El poder para estabilizar y volver a la curva de crecimiento predeterminada (visible en su expresión percentilar) después de "ser removido de su curso", persiste durante esta etapa ontogenética y parece ser una respuesta de los animales jóvenes a la enfermedad o a la subnutrición.

Un ejemplo se observa durante los períodos de subnutrición (Fig. 3.1). En estos casos el crecimiento es reducido (en su intensidad) y después de un período de alimentación normalizado, la velocidad de crecimiento aumenta por encima de la normal (sobreaceleración) para su edad o estado de maduración.

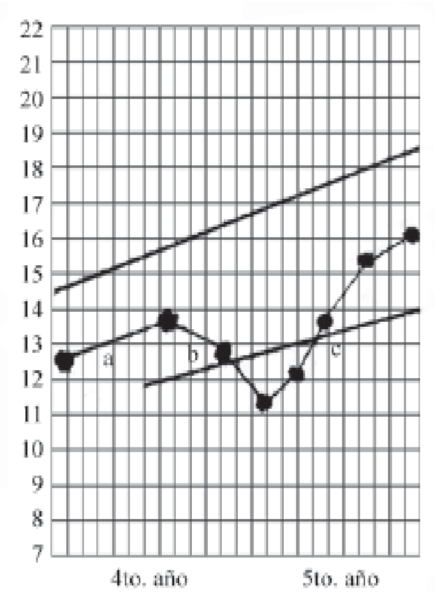


Fig. 3.1. Fenómeno de “*catch-up*” para el peso corporal.

Entre las situaciones más diversas en que ocurre el *catch-up* se pueden citar: la subnutrición (anorexia), enfermedades agudas (diarreas, infecciones virales del árbol respiratorio, etc.), insuficiencias de la hormona del crecimiento, problemas psicosociales (conflictos familiares, mudanzas, deprivación psicoafectiva, abandono, etc.).

El período de crecimiento rápido que ocurre después de un período de restricción de crecimiento se denomina *catch-up* del crecimiento o recanalización y puede ser de 2 tipos:

- *Catch-up completo o verdadero*. La velocidad de crecimiento aumenta a un ritmo tal que la curva original (posición percentilar en la curva de distancia) es rápidamente alcanzada y a partir de aquí el crecimiento transcurre normalmente (Fig. 3.2).

- *Catch-up "completo o atrasado" (catch-up incompleto)*. La velocidad de crecimiento no es suficiente para recanalizar al sujeto en su curva normal, lo que significa un atraso en el crecimiento y en la maduración. El crecimiento ocurre a la velocidad "ajustada" a la edad cronológica, o más frecuentemente a la maduración esquelética.

El fenómeno de aceleración del crecimiento que ocurre en los niños que han tenido retraso por alguna causa y que tiene lugar una vez que esta desaparece, llevando así la recuperación del crecimiento perdido, recibe también el nombre de crecimiento compensatorio.

Algunos textos definen concretamente este crecimiento compensatorio como una aceleración brusca de la velocidad de crecimiento, seguida de una lenta desaceleración, que termina con una velocidad normal cuando el niño ha recuperado su tamaño normal.

Este concepto abarca la canalización y recanalización del crecimiento, vistas de una manera muy general. Expresa la presencia de un impulso frente a cada desviación de la curva de crecimiento, por fuera de su trayectoria normal, que lleva al niño a recuperar el canal que le corresponde, y esto no es más que la tendencia de los seres vivos de mantener el equilibrio de sus constantes biológicas (homeostasis) a lo largo del tiempo. Por otro lado, cuando el individuo no puede recobrarse totalmente del daño, trata de hallar un nuevo ajuste, esto se conoce como homeorrexis, que es la búsqueda por el organismo de un nuevo equilibrio.

Los mecanismos que lo originan no son bien conocidos, pero se sabe que no está mediatizado por factores hormonales; se plantea una explicación sobre la base de un impulso genético de crecimiento celular.

También es posible observar el crecimiento compensatorio en la maduración psicomotora, por ejemplo, luego de períodos de retraso maduracional, provocados por deprivación materna, abandono u otros daños en el desarrollo del niño, cuando el problema es solucionado él adquiere pautas madurativas a un ritmo más rápido que el normal, hasta alcanzar un grado de desarrollo correspondiente a su edad.

Las posibilidades de que un niño presente o no crecimiento compensatorio, luego de un daño, dependen de 4 factores:

- *La naturaleza del daño*. Las infecciones graves, por ejemplo, son más lesivas que las leves.
- *La duración del daño*. Cuanto más prolongada es una carencia o enfermedad, menores serán las posibilidades de presentar el crecimiento compensatorio.
- *La edad del niño*. Si bien el daño actúa en períodos críticos o de riesgo, es decir, de altas velocidades de crecimiento, las posibilidades de que ocurra el crecimiento compensatorio son menores cuanto mayor sea el niño.
- *El potencial individual del niño*. El crecimiento está determinado por características individuales genéticas.

Finalmente, el fenómeno de canalización se puede distinguir como una de las características más importantes del crecimiento: el niño normal crece hacia su meta genéticamente programada y toma su canal o carril entre el final del primer año de vida y comienzos del segundo año. Por esta razón, en condiciones normales, el crecimiento es predecible, aun cuando factores favorables y desfavorables puedan producir una variabilidad, tanto individual como entre poblaciones, que se manifiesta con patrones divergentes en el crecimiento.

Aun en poblaciones diferentes, desde el punto de vista socioeconómico y étnico, el crecimiento es semejante hasta los 6 meses, después de los cuales se observa una variabilidad en los patrones de crecimiento en las poblaciones en vías de desarrollo, de acuerdo con la condición social y en relación con factores ambientales negativos como el destete precoz, la inadecuada introducción de los alimentos, la presencia de enfermedades infecciosas a repetición, y condiciones higiénicas y psicoafectivas desfavorables en el hogar.

El crecimiento compensatorio (*catch-up growth*) tiene lugar después de períodos deficitarios, siempre y cuando existan buenas condiciones ambientales, pero no ocurre de forma incompleta cuando las condiciones ambientales no son adecuadas.

Gradientes de crecimiento

Los gradientes expresan la variación diferencial en la velocidad de crecimiento y desarrollo de diferentes estructuras. Enuncian un nivel de organización del proceso de crecimiento.

El gradiente maduracional está bien definido en sentido distal-proximal.

Si se expresan los porcentajes del valor adulto en cada edad para los componentes del pie, la pierna y el muslo (Fig. 3.2), se puede observar que en todas las edades el pie está más próximo del estado adulto que la pierna y el muslo, lo que significa que primero deja de crecer el pie; luego la pierna y, por último, el muslo.

El mismo gradiente se ilustra para el miembro superior, identificando el porcentaje del valor adulto para el brazo, el antebrazo y la mano (Fig. 3.3); también es evidente el avance maduracional de las hembras en relación con los varones en todos los intervalos de edades. Igualmente se observa el adelanto de los componentes de la extremidad superior sobre la inferior, por lo tanto, es muy claro un gradiente favorable de los miembros superiores, relativamente al de los inferiores.

Es importante el aspecto de la regulación genética de este proceso de crecimiento diferencial, donde parece claro un equilibrio entre una acción faseada e interactiva, que pueda mantener el carácter plástico y armónico del crecimiento, la maduración y el desarrollo del niño.

Se conocen diferenciales de crecimiento de varios segmentos, órganos y sistemas, lo que sugiere que los gradientes poseen localizaciones precisas con efectos menos visibles y otros, los que se conocen mejor, con efectos más generalizados.

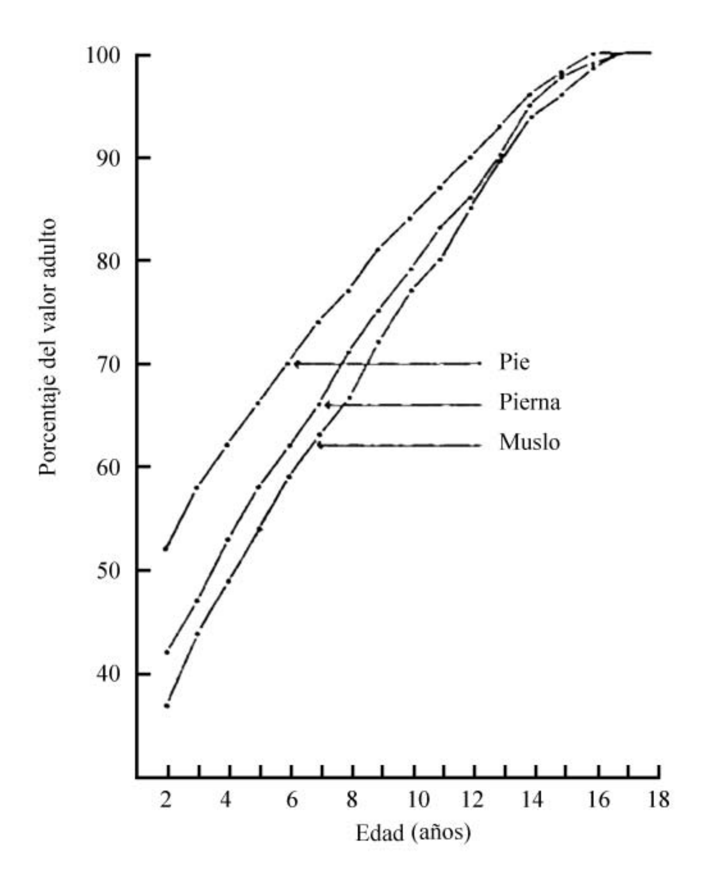


Fig. 3.2. Gradientes maduracionales para el muslo, la pierna y el pie.
Fuente: Tanner (1962).

Un efecto importante es el gradiente del crecimiento de la cabeza, que en todas las edades está avanzado con respecto al tronco y este relativamente a la parte inferior del cuerpo.

En la figura 3.4 se demuestra esta aseveración, al indicar la proporción del tamaño de la cabeza con respecto al resto del cuerpo en diferentes etapas de la vida.

Al nacer, la cabeza es un cuarto del tamaño corporal y en el estado adulto ya solo representa un octavo. La interpretación está relacionada con las velocidades diferenciales de crecimiento. El extremo cefálico, al madurar primero, termina antes su crecimiento, por lo que se puede plantear el efecto de un gradiente céfalo-caudal.

Evidente parece ser la idea central de que los gradientes son la expresión de un determinado heterocronismo, es decir, la existencia de velocidades de crecimiento distintas en el tiempo, para diferentes proporciones o estructuras corporales. Ese heterocronismo no significa necesariamente disarmonía en el crecimiento.

Si se presenta una interacción en fuerzas (regulación genética) que armonizan el heterocronismo, el desarrollo normal no ocurre y entonces se verifica cualquier enfermedad, por ejemplo, mongolismo.

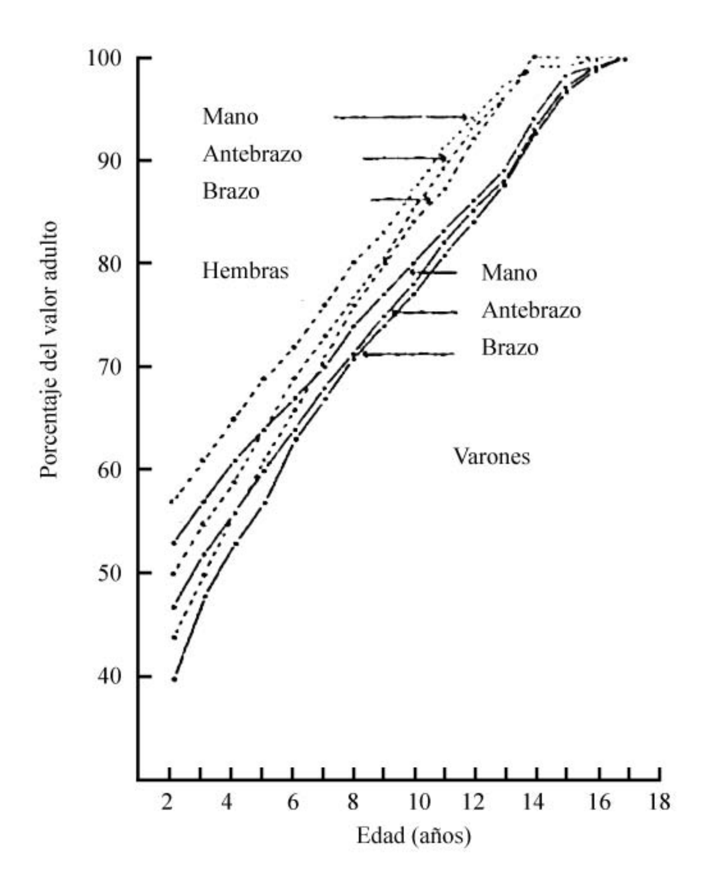


Fig. 3.3. Gradientes maduracionales para los componentes de la extremidad superior en hembras y varones.
Fuente: Tanner (1962).

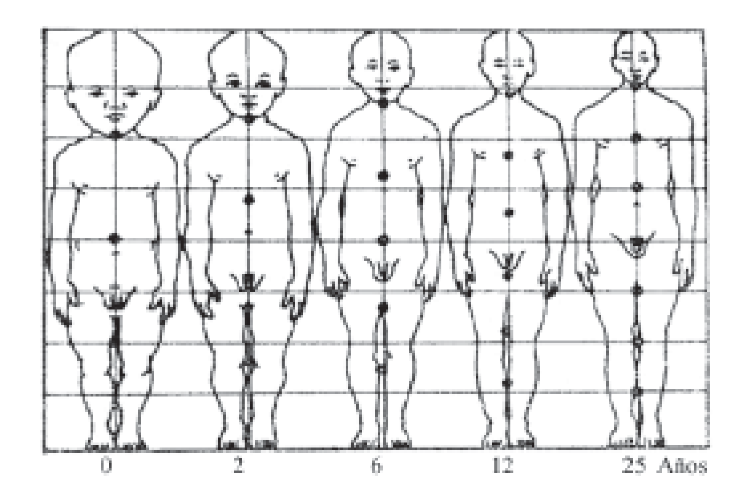


Fig. 3.4. Proporción de la cabeza respecto al tamaño corporal en diferentes edades.
Fuente: Tanner (1962).

Períodos críticos

Estos conceptos van a ser referidos en el contexto exclusivo del crecimiento y del desarrollo.

El concepto de periodo crítico se refiere a los períodos de duración limitada, cuya sensibilidad de un receptor a un estímulo específico (de otra parte del organismo y/o del medio) es elevada. Esta fase es seguida de una sensibilidad disminuida, hasta encontrar la ausencia total de respuesta.

La reacción al estímulo puede ser favorable, esencial al desarrollo normal, pero también puede ser patológica.

En el ejemplo que se describe a continuación, las mujeres grávidas que enfermen de rubéola entre la 4ta. y la 12ma. semanas de la gestación, tendrán hijos con cataratas u otras malformaciones. Entre la 1ra. y 12ma. semanas es un período sensible o crítico (en el sentido propio del tiempo).

En otro ejemplo se puede referir que se ha planteado que la diferencia genética entre los sexos: masculino (XY) y femenino (XX), tiene lugar en un período crítico del crecimiento. En la 4ta. semana de vida intrauterina los genes del cromosoma Y, por una serie de etapas desconocidas, provocan la diferenciación del órgano de la reproducción (hasta el momento indiferenciado), lo que da lugar a la aparición de los testículos. Este es un acontecimiento crítico, dado que si esto no ocurre en esa semana, una semana más tarde el órgano indiferenciado se transforma en un ovario, posiblemente de forma espontánea.

El concepto de período crítico se sitúa en el contexto del crecimiento y desarrollo del embrión (la base fisiológica es desconocida en detalle).

Estos períodos de particular sensibilidad parecen ser menos frecuentes en el crecimiento posnatal, si bien esta sugestión pueda sugerir la incapacidad de describirlos e identificarlos.

En publicaciones más actuales cobra gran importancia el reconocimiento de determinadas alteraciones o desventajas ocurridas en los períodos críticos, las cuales pueden estar asociadas con eventos mórbidos que acontecen posteriormente en la vida posnatal, como enfermedades cardiovasculares, hipertensión, diabetes tipo II y la aparición de una posterior obesidad. El bajo peso al nacer, combinado con un rápido crecimiento posnatal durante la infancia, también parecen estar relacionados, por lo tanto, con secuelas en la infancia tardía y en la adultez, en términos de tolerancia de glucosa y obesidad.

Por otra parte, existen fases sensibles durante el crecimiento posnatal en las capacidades de coordinación y de condición física, entre ellas las siguientes:

- Aprendizaje motor.
- Reacción frente a estímulos visuales y acústicos.
- Orientación en el espacio.
- Equilibrio.
- Resistencia.
- Fuerza.
- Velocidad.

Muchas veces el concepto de período crítico se emplea de forma abusiva y errada, eventualmente sobrevalorizado, porque resulta de la ausencia de una interpretación y circunscripción clara del concepto y su alcance. Por otra parte, existen problemas acerca de la información rigurosa del inicio y la duración de los períodos críticos y de si es posible recuperar lo que no fue experimentado en ellos.

A menudo, los períodos críticos son confundidos con los de riesgo, pero no siempre son coincidentes.

PERÍODOS DE RIESGO DURANTE EL CRECIMIENTO

La situación de riesgo nutricional se encuentra íntimamente relacionada con la velocidad de crecimiento: cuanto más rápido crece un niño, mayores son sus necesidades nutricionales. Existe una vinculación estrecha de estos factores entre sí, como puede observarse en la figura 3.5. Tanto los períodos críticos como los de riesgo nutricional coinciden en que ambos se caracterizan por poseer elevadas velocidades de crecimiento.

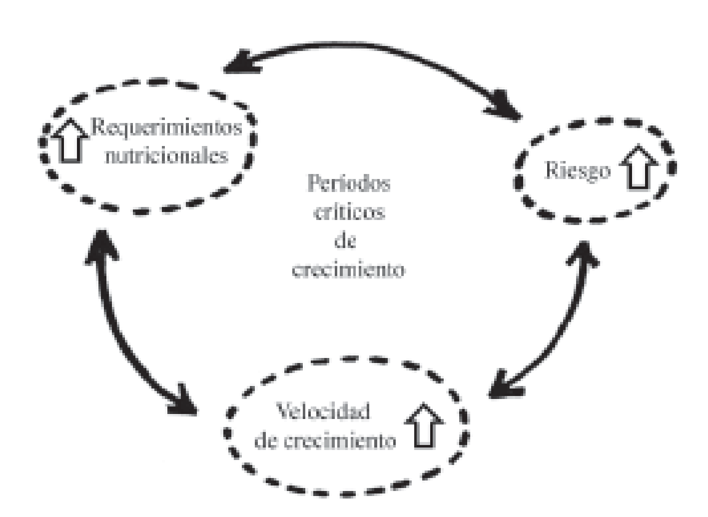


Fig. 3.5. Relación entre velocidad de crecimiento, períodos críticos y de riesgo.

Existen 3 etapas donde la velocidad de crecimiento es muy elevada y constituyen períodos de riesgo nutricional: la etapa prenatal, el primer año de vida y la adolescencia.

Etapa prenatal. Es un período crítico del crecimiento y a la vez de riesgo nutricional. Durante el tercer trimestre el feto incrementa sus depósitos de grasa, previendo una situación de riesgo nutricional. Este depósito es de una escasa magnitud, pero tiene una apreciable importancia fisiológica, pues permite proporcionar la energía necesaria para el mantenimiento de la temperatura corporal durante el período neonatal.

Esta etapa es muy vulnerable frente a las agresiones físicas del medioambiente. La reserva de grasa permite el funcionamiento de los órganos hasta que se asegure la provisión de leche por parte de la madre. Este período es de riesgo nutricional transitorio en condiciones normales, por ello, el recién nacido pierde peso ligeramente durante los primeros días de vida, pero lo recupera en poco tiempo.

Primer año de vida. El lactante incrementa sus depósitos de grasa en forma fisiológica durante los 9 meses iniciales después del nacimiento, como una manera de aumentar sus reservas energéticas para enfrentar el riesgo nutricional representado por el destete. Este es precisamente el período de mayor riesgo nutricional que el niño enfrenta durante toda su vida.

Hasta los 6 meses después del nacimiento, la leche de la madre alcanza a cubrir todas las necesidades nutricionales del niño. Después de esta edad, la leche no es suficiente y es necesario recurrir a otros alimentos para complementar los requerimientos de nutrientes del lactante. El destete no implica solamente la falta de leche. El niño deja de tener contacto directo con su madre y se expone a otro tipo de prácticas alimentarias con efectos nefastos potenciales. Todas estas circunstancias multiplican la situación de riesgo nutricional en esta fase particular del crecimiento.

Adolescencia. Es el último período donde existe un riesgo particular en términos nutricionales, por ser de un crecimiento rápido, aunque con velocidades no tan elevadas, como en los primeros momentos de la vida. Aun así, la demanda de nutrientes es alta, debido a todas las transformaciones que tienen lugar en la etapa, de orden somático, fisiológico y conductual.

ALOMETRÍA

En su sentido más amplio, la alometría se refiere al estudio de la relación entre el tamaño y la adaptación. Los estudios alométricos son de naturaleza cuantitativa y están asociados íntimamente a la mecánica, fisiología, ecología y estadística; tienen un significado cuantitativo y relevancia biológica. La adquisición de la forma del organismo es otro de los problemas que se puede abordar mediante el principio de la alometría.

PERTINENCIA DEL ESTUDIO ALOMÉTRICO

En un contexto antropológico en el origen y la diversificación de la especie humana se describe la acción de la evolución, la selección natural, la aparición del dimorfismo sexual y el significado adaptativo de todos estos cambios.

La estructura morfofuncional tiene un significado adaptativo durante la evolución humana a un largo plazo y a corto tiempo se observa en las proporciones corporales.

En el contexto deportivo-motor, la evaluación y el estudio de la performance son distintivos entre uno y otro sexos, y a su vez se pueden relacionar las dimensiones corporales (relaciones dimensionales) con la performance motora.

Alometría ontogenética y del crecimiento

Necesita de series numéricas de valores que representan el crecimiento. Diferencias de tamaño expresan diferencias de edad:

1. Los estudios alométricos pueden ser longitudinales y transversales.
2. La recta de regresión expresa un fenómeno biológico interpretable: la ontogénesis del proceso de crecimiento.

Individuos con diferentes edades y de una misma edad difieren considerablemente en su comportamiento y en su morfología. En el proceso de crecimiento y desarrollo la alometría permite comparar el dimorfismo sexual y la expresión diferenciada de la performance.

Abordaje alométrico de Julius S. Huxley

Consiste en consolidar el estudio de la alometría, a partir de la formulación teórica del crecimiento alométrico.

Los organismos se alteran en forma, a medida que se desarrollan. Una vez que este proceso es regular y ordenado, debería esperarse encontrar una relación establecida, tal vez simple, entre la tasa de crecimiento de una parte del organismo y la tasa de crecimiento del todo o de otra parte.

Ley de la alometría (propuesta inicial)

"En el crecimiento, la tasa específica de crecimiento de una parte del cuerpo mantiene una razón constante con la tasa específica de crecimiento de otra parte del cuerpo".

El principio de la alometría se expresa por la ecuación de Huxley.

Formulación inicial de Huxley. Desde el punto de vista operacional, en Biología se habla de alometría cuando las 2 variables están ligadas por una función del tipo:

$\hat{Y} = b + aX$

Donde:

$\hat{Y}$: es el tamaño de uno de los órganos.

X: es el tamaño de otro órgano.

b: es una constante.

a: es la constante de alometría o proporción del crecimiento, debido a quien expresa la relación entre los ritmos de crecimiento de las partes que se comparan.

Si la proporción del crecimiento es 1 ($a = 1$), quiere decir que los 2 órganos crecen proporcionalmente o de forma isométrica.

Si la constante es mayor que 1 ($a > 1$), se dice que el órgano $\hat{Y}$ crece más rápidamente que el órgano X, o que tiene un crecimiento alométrico positivo con respecto a este.

Si la relación es menor que 1 ($a < 1$), quiere decir que el órgano $\hat{Y}$ crece más lentamente que el X y por lo tanto el crecimiento es alométrico negativo con respecto a este último.

La formulación de Huxley se puede dar en términos logarítmicos:

$\log(\hat{Y}) = \log(b) + a \log(X)$, que expresa la relación de las 2 variables bajo la forma de una recta.

Esto quiere decir que los logaritmos del tamaño de 2 órganos que crecen a diferente ritmo son proporcionales entre sí. Esta forma de la ecuación es positiva porque permite una representación gráfica muy sencilla del crecimiento alométrico y el cálculo de los coeficientes de alometría.

La ecuación alométrica significa que la velocidad de crecimiento específica de un órgano $\hat{Y}$ permanece en relación constante con otro órgano, o la de todo el organismo X.

Desde el punto de vista fisiológico, el coeficiente alométrico indica la capacidad de un órgano para apropiarse del crecimiento total, por lo que el crecimiento alométrico representa la competencia entre las partes del organismo por los recursos disponibles o el ambiente.

Este método se aplica en la infancia para comprobar la armonía del crecimiento del niño, entre cada una de las partes que lo componen; también se utiliza en niños con procesos patológicos para compararlos con los patrones de normalidad.

En la ecuación alométrica log-log, X es una medida de tamaño (altura y/o peso) y $\hat{Y}$ puede ser una medida lineal (longitudes, perímetros, diámetros y otros).

Una forma actual de la ecuación alométrica es a partir de una regresión lineal, fórmula que relaciona 2 variables a través de un coeficiente de correlación estadísticamente significativo y resulta obviamente más complejo que la propuesta de Huxley, ya que permite relacionar 2 o más variables.

Un ejemplo clásico de la interpretación alométrica con antropometría se puede acometer con métodos de la estadística multivariada. En la tabla 3.1 se muestran los resultados del análisis de componentes principales para las mediciones del peso, longitud supina o talla, circunferencias cefálica, torácica del brazo y la pierna, así como los pliegues cutáneos de las regiones del tríceps, subescapular y medial de la pierna en niños cubanos menores de 1 año.

Tabla 3.1. Análisis de los componentes principales en mediciones de los lactantes

	Varones		Hembras	
Autovector	C1	C2	C1	C2
Peso	,864	-,215	,914	-,288
Talla	,795	-,468	,751	-,537
Circunferencia cefálica	,749	-,430	,701	-,438
Circunferencia torácica	,863	-,214	,874	-,205
Circunferencia del brazo	,825	,105	,831	,051
Circunferencia de la pierna	,911	-,088	,902	-,106
Tríceps	,389	,694	,525	,664
Pierna	,472	,598	,435	,629
Subescapular	,389	,700	,542	,577
Suprailiaco	,415	,564	,501	,539
Autovalor	4,891	2,163	5,167	2,079
% varianza explicada	48,911	21,634	51,668	20,786

Más del 60 % de la varianza total queda explicada en los 2 componentes extraídos. La inspección de las cargas de los componentes revela la gran magnitud y signo positivo del primero (C1), que lo califica como un componente general de tamaño. El segundo componente (C2) es bipolar y define las proporciones.

Todas las dimensiones del cuerpo están representadas en el primer componente, por ello, este es indicativo del desarrollo físico e interpretación de fracciones fundamentales del cuerpo. Las variables que mejor describen el fenómeno son el peso, la talla y las circunferencias, con la mayor contribución a la varianza del componente.

El segundo componente tiene las más altas cargas asociadas a la longitud supina y la circunferencia cefálica, en oposición con algunos estimados de la grasa subcutánea; de esta forma, el componente ofrece información acerca de las proporciones que representan el tejido óseo y la adiposidad.

Usualmente, en el análisis de componentes principales se tiene interés en conocer las variaciones de las características, pero también se pudieran explicar las diferencias o saber qué medidas o combinaciones de ellas son las más importantes. El método tiene varias aplicaciones. Existe una de mucha importancia para la descripción del perfil antropométrico y en los estudios sobre la alometría, que se basa en el fraccionamiento de la varianza, con lo que se diferencia el significado de cada componente extraído.

En algunas combinaciones de variables, el primer componente principal, con la mayor cantidad de varianza y cargas positivas en sus coeficientes, se ha interpretado como un componente general de tamaño, mientras que los siguientes, cada vez con menor variación explicada y bipolares (o de signos distintos), indican la forma o proporcionalidad.

Otro aspecto importante sería la distinción entre esta alometría de tamaño (que se trató en el ejemplo anterior) y la alometría que de forma más concreta se enfoca al crecimiento; en este caso se tratan los cambios individuales en forma, dependientes al tiempo. Estos conceptos tienen una expresión práctica en la concepción de armonía, que es específicamente multidimensional porque trata del análisis de los diferentes caracteres morfométricos de los individuos, en interacción unos con otros.

En un segundo ejemplo se trata la condición de alometría sobre las mediciones de 4 pliegues cutáneos (tríceps, bíceps, subescapular y suprailíaco), encontradas para sexos separados con un análisis multivariado. Concretamente, a partir de los menores autovalores de la matriz de covarianza de un análisis de componentes principales del logaritmo de las variables originales (en este caso, pliegues cutáneos).

La armonía se identifica entonces con un atributo de pequeña variabilidad de una función de características morfométricas, en los pliegues cutáneos (tabla 3.2).

Los parámetros del modelo tienen un patrón similar en uno y otro sexos, no obstante, en los varones hay un mayor predominio de los pliegues cutáneos de la

extremidad superior. Entre otros aspectos, la relación armónica entre los pliegues es invariante e independiente al peso y a la cantidad de grasa encontrada en todo el cuerpo, lo que demuestra que la armonía se identifica a sí misma con la proporción o distribución, en este caso de los sitios de adiposidad y, por tanto, también es una variable que indica la forma.

Tabla 3.2. Análisis de componentes principales del log de los pliegues cutáneos para el estudio de la alometría

	Varones				Hembras			
Autovector	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
Bíceps	1,40	2,16	4,99	9,64	1,31	2,10	4,96	6,25
Tríceps	1,44	2,05	2,06	-12,32	1,21	1,99	0,71	-9,63
Subescapular	1,74	0,11	-7,22	2,91	1,42	-0,17	-6,65	3,21
Suprailiaco	1,06	-5,81	2,45	-0,72	0,89	-5,56	2,33	-1,19
% varianza explicada	75,9	14,5	7,2	2,4	78,4	12,0	6,3	3,3

Fuente: Bacallao et al. (1992).

ASIMETRÍA DE LAS PROPORCIONES CORPORALES

Las asimetrías corporales se observan en distintas dimensiones. Pueden distinguirse 2 tipos: direccional y fluctuante.

Asimetría direccional. Las dimensiones de un lado o hemicuerpo son consistentemente más grandes que las del otro; esto puede ser de enorme importancia para los datos de referencia del crecimiento, puesto que cuando las mediciones son pares, se involucra solo un lado del cuerpo. ¿Cuál seleccionar? Si la asimetría direccional existe, debe plantearse un argumento para estandarizar el lado del sujeto que se va a medir.

Asimetría fluctuante. La ventaja de un lado del cuerpo sobre otro es aleatoria y la diferencia media entre lados es cero, por ello, el ambiente desempeña un papel fundamental y homogéneo de participación en la bilateralidad para la interpretación estadística de este fenómeno. Se asume entonces que el ambiente es el mismo para los 2 hemicuerpos y la preferencia de uno de los lados no está presente o no influye. Estas aseveraciones son obtenidas en investigaciones con piezas dentarias humanas, pero en otras dimensiones corporales se dice que el fenómeno es más complicado, puesto que se necesita saber un poco más sobre la asimetría bilateral. Surgen entonces las preguntas siguientes:

¿Existe la asimetría bilateral y es más prevalente en algunos segmentos corporales que en otros?

¿La asimetría direccional está relacionada con la preferencia del uso de un lado del cuerpo y este grado de asimetría se relaciona con la masa corporal magra (desarrollo muscular y esquelético)?

Para aclarar la relación entre el uso del músculo y la hipertrofia muscular, la hipótesis de mayor interés es que las mayores dimensiones sobre el hemicuerpo derecho se encuentran en individuos con preferencia de este lado para las actividades manuales y que aquellos que muestran evidencias de un mayor nivel de actividad (expresada con una masa magra superior) tienen una asimetría direccional superior.

En la tabla 3.3 se observan los valores promedio de las diferencias intraindividuales entre los lados derecho e izquierdo para las mediciones de los pliegues del tríceps y subescapular, los diámetros bicondilar del húmero y el fémur, las circunferencias del brazo y la pierna, en adolescentes norteamericanos. En la mayoría de las dimensiones la diferencia es positiva, lo que indica que el lado derecho es mayor que el izquierdo, pero cuando los valores no son significativos, no se puede afirmar la presencia de una asimetría.

Tabla 3.3. Diferencias intraindividuales entre los lados derecho e izquierdo

Dimensión	Media	SD	t
P. tríceps	0,45	1,131	4,15**
D. B. húmero	0,10	0,124	9,46**
C. brazo	0,22	0,585	4,27**
P. subescapular	-0,18	1,132	-1,86
P. pierna	0,02	0,472	0,51
D.B. fémur	0,01	0,100	0,69

Fuente: Schell et al., 1985.

Si se dividen los datos anteriores, teniendo en cuenta si los individuos son diestros o zurdos, solo la circunferencia del brazo, el pliegue del tríceps y el diámetro bicondilar del húmero resultan ser significativos, pero en aquellos sujetos con la mano derecha dominante, lo que indica la influencia de la actividad que se desarrolla en el hemicuerpo superior.

En los niños cubanos entre 4 y 12 años se observan comportamientos estadísticamente significativos en la mayoría de las dimensiones que aparecen en la tabla 3.4. Hay mayor asimetría en las hembras que en los varones.

En los varones, el lado derecho sobre el izquierdo en el diámetro del fémur; la circunferencia del brazo en flexión; el pliegue del tríceps y el área grasa del brazo.

En las hembras se observa igual patrón, pero, además, tienen asimetría otras dimensiones corporales que no llegan a ser significativas en el sexo opuesto, lo que indica que la tendencia es la misma entre los sexos. Es probable que la edad y el nivel de maduración sexual influyan en este carácter.

Tabla 3.4. Diferencias intraindividuales entre los lados derecho e izquierdo en escolares cubanos

	Varones (N=1068)			Hembras (N=1034)		
Sexo	Media	DE	t	Media	DE	t
Diám. epi. húmero	-,0421	,90459	-1,522 ns	-,0551	,89630	-1,978*
Diám. epi. fémur	,0890	,91870	3,164***	,1451	2,10753	2,213*
Circ. brazo flexionado	1,4345	5,49008	8,539***	,6296	6,16419	3,284***
Circ. brazo normal	-,0300	4,93054	,199 ns	-,5793	5,09161	-3,659***
Circ. pierna	,0721	4,50736	,523 ns	-,0329	6,21765	-,170 ns
Pl subescapular	-1,5843	11,20096	-4,622***	-2,2824	16,57169	-4,429***
Pl tríceps	,7772	11,57320	2,195 *	2,2224	16,63744	4,295***
Pl bíceps	-1,4148	11,70943	-3,949***	-1,3588	13,89066	-3,146***
Área muscular	-,0742	1,67322	-1,449 ns	-,3153	1,84677	-5,491***
Área grasa	,0666	1,05743	2,058 *	,1641	1,45621	3,624***

* Significativo
*** Muy significativo
ns: No significativo
Fuente: Datos de la autora.

La causa del desarrollo de la asimetría no está clara. Algunas teorías plantean su surgimiento en la etapa prenatal y su continuidad en la niñez, aunque se encuentra también en los adultos.

Probablemente, el desarrollo muy temprano de este carácter ocurre sin la preferencia de uno de los hemicuerpos en movimiento. En la adolescencia se sugiere que la predilección de un lado puede contribuir al desarrollo adicional de la asimetría de la extremidad superior, con un mayor uso de la musculatura.

En los escolares cubanos el hallazgo se identifica en las hembras que ya han iniciado la maduración y no en el sexo masculino, porque ellos comienzan el proceso más tardíamente. Aunque el área muscular del brazo no brinda una información favorable al desarrollo del hemicuerpo derecho, la circunferencia del bíceps flexionado, que expone más el plano muscular, parece indicar mejor el predominio del lado derecho en uno y otro sexos.

De todas formas, aún es necesario seguir estudiando el fenómeno de la asimetría de las dimensiones a cada edad y en los dos sexos.

CAPÍTULO 4

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS POR ETAPAS DE CRECIMIENTO

En términos generales, la mayoría de las dimensiones corporales cursan de forma semejante por las distintas etapas de crecimiento. De acuerdo con la curva de Scammon, muchas siguen una de crecimiento general, aunque hay excepciones.

ETAPA PRENATAL

El crecimiento fetal es un fenómeno complejo e importante para el desarrollo ulterior del ser humano. Durante ese período se producen cambios rápidos, condicionados por una multiplicación celular acelerada, formación de nuevos tejidos y órganos, así como el incremento del tamaño celular.

Evaluar el crecimiento y el desarrollo en este período es una necesidad de salud. El recién nacido debe hacer frente a un espectro de factores limitantes, que muchas veces están asociados a las alteraciones del crecimiento durante la etapa prenatal (tabla 4.1).

Tabla 4.1. Factores que intervienen en el crecimiento, maduración y desarrollo intrauterino

· Nivel socioeconómico	**Afecciones maternas**
· Raza?	· HTA
· Altitud	· Diabetes
· Antecedentes sobre recién nacidos de bajo peso: pretérminos o pequeños para la edad gestacional	· Infecciones
· Paridad	· Hemorragias y anemias
· Intervalo intergenésico	
· Hábito de fumar	
· Consumo de alcohol	
· Consumo de drogas	
· Embarazos múltiples	
· Defectos congénitos	
· Edad materna	
· Talla materna	
· Peso previo materno	
· Estado nutricional materno	
· Ganancia de peso maternal	

Estos factores se pueden clasificar como:
- Preconcepcionales. Antes de que se inicie el embarazo.
- Concepcionales. Una vez que ha comenzado el embarazo.

Preconcepcionales:
- *Nivel socioeconómico*. El bajo peso al nacer se asocia con la pobreza de los grupos socioeconómicos bajos. Este factor está mediatizado por la desnutrición materna y poca ganancia de peso en el embarazo, así como la preclampsia, anemia, infección, etc. Es frecuente también en madres solteras o con unión inestable.
- *Raza*. Se señala que los recién nacidos de raza blanca son 200 g más pesados que los negros. El porcentaje de bajo peso es mayor en la raza negra. En otros contextos la influencia de la raza es discutible, ya que está influida por factores socioeconómicos, educacionales y nutrición materna. Asimismo, se ha demostrado que si el aumento de peso durante el embarazo es igual en ambas razas, no hay diferencias en el peso al nacer.
- *Edad materna*. Hay una asociación entre las edades extremas (menos de 15 años y mayor de 45 años) y el bajo peso al nacer. La edad óptima para la reproducción oscila entre los 20 y 35 años. El riesgo relativo de bajo peso al nacer en adolescentes es 2,2 veces mayor que en el grupo de 25 a 30 años. La edad materna se asocia a otros factores como niveles socioeconómico y educacional, estado civil, ausencia de control prenatal, características antropométricas de la madre, etc.
- *Paridad*. El peso promedio del recién nacido aumenta del segundo hijo al quinto, y desciende a partir del sexto. Este efecto es bastante discutido y se dice que está asociado más bien a las condiciones socioeconómicas.
- *Talla materna*. La incidencia de recién nacidos de peso elevado es 2 veces mayor en las madres altas que en las de tallas cortas. Muchos factores intervienen en este contexto, entre ellos el genoma, las condiciones socioeconómicas y la nutrición.
- *Peso previo y estado nutricional materno.* El peso habitual y el estado nutricional al inicio de la gestación tienen una asociación importante con el peso del recién nacido. Mujeres con deficiencia ponderal presentan mayor riesgo de tener neonatos de bajo peso. Por otra parte, las madres con sobrepeso y las obesas tienen un mayor índice de macrosomía en los recién nacidos y complicaciones.
- *Antecedentes obstétricos desfavorables*. Son muy importantes. Hay una tendencia a repetir en el embarazo actual el resultado del embarazo previo (especialmente en el inmediato anterior). Esto se observa en el nacimiento pretérmino y en el retardo del crecimiento intrauterino (RCI). El riesgo del nacimiento de un niño bajo peso es de 2 a 5 veces mayor en aquellas madres cuyo hijo anterior fue bajo peso y este riesgo aumenta con el número de niños de bajo peso previo. Las parejas que tienen un mal resultado perinatal tienden a embarazarse en menos tiempo que las que tuvieron uno bueno.

Concepcionales:

- *Intervalo intergenésico*. Es el tiempo que transcurre entre el fin de un embarazo o aborto y el inicio de un nuevo embarazo. Se han descrito los efectos adversos por el corto intervalo intergenésico (menos de 6 a 12 meses). Se ha sugerido que un intervalo óptimo de 24 meses entre gestaciones mejora el resultado perinatal, sin embargo, se ha comprobado que no hay relación entre el bajo peso al nacer y el intervalo intergenésico.
- *Aumento de peso durante la gestación*. Hay una correlación directa entre la ganancia neta de peso materno y el peso del recién nacido. Por cada kilogramo de peso materno, el peso fetal se incrementa aproximadamente en 55 g. El aumento espontáneo de peso durante el embarazo oscila ente 6 y 16 kg, y es mayor en las delgadas que en las de peso normal y las obesas. La tasa de incremento no es lineal, sino que puede ser mayor en el segundo trimestre que en el tercero. El peso previo a la gestación se correlaciona negativamente con el aumento de peso durante el embarazo. Las mujeres obesas pueden tener poco aumento de peso durante la gestación y las delgadas una mayor ganancia en este período. El riesgo de tener un niño pequeño para la edad gestacional es de 2,5 a 44 veces mayor cuando la madre gana menos de 8 kg al término del embarazo.
- *Hábito de fumar*. Existe una asociación significativa entre el consumo de tabaco durante el embarazo y el bajo peso al nacer. Hay una disminución de 150 a 250 g del peso del recién nacido entre madres fumadoras, de diferentes grupo de edad, clase social y etnia. El efecto nefasto del cigarrillo sobre el peso fetal es directamente proporcional a la cantidad consumida; el riesgo atribuible de este factor en la aparición de neonatos con bajo peso al nacer depende de la extensión del hábito en la población de mujeres embarazadas.
- *Altitud*. Los niños nacidos a 3 000 m de altitud pesan al nacer alrededor de 380 g menos que los nacidos a 1 500 m. Existe una diferencia de 290 g entre los nacidos en la altura y sus hermanos nacidos al nivel del mar.
- *Consumo de alcohol*. Las madres con un elevado consumo de alcohol durante el embarazo pueden tener recién nacidos con un síndrome alcohólico fetal, caracterizado por retardo en el crecimiento intrauterino y defectos congénitos. Las madres moderadamente bebedoras tienen mayores frecuencias de recién nacidos con bajo peso al nacer.
- *Consumo de drogas*. Hay efectos negativos por el consumo de drogas durante el embarazo, que provocan el aumento del número de malformaciones congénitas y el bajo peso al nacimiento.
- *Patología propia o asociada a la gestación (embarazo múltiple)*. El riesgo de tener un recién nacido de bajo peso al nacer en embarazos dobles es alrededor de 10 veces mayor que en embarazos únicos y la mortalidad perinatal entre 4 y 5 veces mayor.
- *Defectos congénitos*. La mayoría de los recién nacidos malformados son pequeños para la edad gestacional. Esta alteración del crecimiento

intrauterino repercute en la vida posnatal, pues estos niños pueden presentar peso y talla por debajo del tercer percentil (P3) de la referencia del crecimiento. La contribución de las anormalidades cromosómicas a los pequeños para edad gestacional (PEG) es limitada, alrededor de 0,6 % de los nacidos vivos. Entre las aberraciones cromosómicas, las alteraciones autosómicas son las que más afectan el peso fetal, por ejemplo, las trisomías 21, 18 y 13. Alteraciones como el síndrome de Turner también provocan retardo del crecimiento intrauterino (RCI). Los defectos congénitos sin anomalías cromosómicas que más afectan el crecimiento, alteran los sistemas nervioso central y esquelético.

- *Hipertensión crónica y preclampsia.* La hipertensión arterial (HTA) es la que se asocia con mayor frecuencia al RCI. A mayor presión diastólica (> 90 mmHg), mayor proporción de RCI. Un 30 % del RCI está asociado a la patología hipertensiva.
- *Diabetes.* Las embarazadas diabéticas con compromiso vascular, frecuentemente tienen fetos con retardo en el crecimiento.
- Infecciones. Infecciones virales como la rubéola y el citomegalovirus provocan retardo en el crecimiento intrauterino por destrucción celular e inhibición de las mitosis.
- *Hemorragias y anemias.* Las hemorragias genitales escasas y reiteradas, especialmente alrededor de la segunda mitad de la gestación, y la anemia crónica materna no tratadas, aumentan la tasa de los recién nacidos pequeños para su edad gestacional.

ESTADO SOMATOMÉTRICO DEL RECIÉN NACIDO

Los cambios de las proporciones y la composición del cuerpo que venían produciéndose desde antes del nacimiento prosiguen su curso después de este momento:

- El nacimiento sucede en una etapa en que la ganancia de peso es más rápida que en otro momento de la vida del individuo.
- Ocurre una disminución de la velocidad de aumento del peso en las últimas semanas de la gestación. La explicación usual es que la placenta envejecida ya no es capaz de proveer los crecientes requerimientos del feto, de tal manera que aunque el cuerpo continúa aumentando de peso, lo hace a velocidades más reducidas.
- La velocidad de crecimiento de la estatura a las 32 semanas de gestación es de 65 cm/año. En comparación con este valor o con el crecimiento durante el primer año de vida, el aumento de la estatura de la pubertad aparece como insignificante.
- Comparado con el adulto, el recién nacido tiene la cabeza proporcionalmente grande y las piernas cortas, a pesar de ello, las extremidades inferiores crecen muy rápidamente (alrededor de 18 cm/año). La velocidad de crecimiento de la circunferencia cefálica es máxima durante los 3 últimos meses del embarazo.
- Al término del embarazo, la masa muscular (músculo estriado) representa el 25 % del peso corporal. En el recién nacido, el potasio corporal se estima en alrededor de 50 mmol/kg.

- El porcentaje de grasa es aproximadamente el 15 % del peso del recién nacido, aunque hay variaciones considerables entre un niño y otro. La mayor parte de la grasa está almacenada en el tejido adiposo subcutáneo y al término del embarazo representa el 80 % de toda la adiposidad corporal. Solo el 2 % está en sitios profundos. Por otra parte, la grasa parda, en una porción ínfima, se distribuye alrededor de las vísceras cervicales, torácicas y abdominales, a lo largo de los vasos sanguíneos y debajo de la grasa blanca de los hombros y el cuello.
- Al nacer no existen diferencias sexuales en la mayoría de las dimensiones corporales. En algunos estudios, a diferencia de otros, se observan mayores dimensiones del peso, la talla y la circunferencia cefálica en los neonatos masculinos. Las hembras tienden a tener mayor adiposidad.

Otros aspectos importantes son los indicadores que permiten evaluar el estado físico del recién nacido.

El peso al nacer es el indicador por excelencia. Existen curvas de peso al nacer para la edad gestacional. El peso al nacer (para la edad gestacional) se considera un índice que predice el estado nutricional y el crecimiento intrauterino. Tiene como desventaja que niños con igual edad gestacional e igual peso, pueden tener estados nutricionales diferentes. Uno puede ser más corto y otro mayor para la edad gestacional. El bajo peso al nacer es menos de 2 500 g.

La talla al nacer (para la edad gestacional) es otro índice que se puede aplicar para evaluar el estado somatométrico del recién nacido. Existen variaciones en la talla para la edad gestacional bajo condiciones normales, como reflejo del potencial genético. Bajo condiciones anormales, tales como una malnutrición fetal, este índice puede reflejar eventos nutricionales y de salud.

La combinación del peso y la talla, según la edad gestacional, se ha utilizado también para evaluar el estado del recién nacido, mediante un sistema de clasificación de riesgo. El peso para la talla no es un índice apropiado en el recién nacido, debido a sus proporciones corporales. El peso/talla no se debe emplear porque la cantidad de peso por unidad de talla es el doble al nacer.

Se han propuesto otros índices de peso relacionado con la talla para evaluar al recién nacido, entre ellos el índice de masa corporal y el índice ponderal o de Rohrer. Se plantea que en el recién nacido, este último brinda una mejor información acerca del estado somatométrico.

Se dice que el índice ponderal tiene 3 ventajas:

1. Puede detectar el peso del recién nacido por encima del punto de corte para la edad gestacional.
2. Brinda información acerca de la forma geométrica del cuerpo y la cantidad relativa de tejidos blandos. El peso no crece proporcionalmente con la talla. El feto es más pesado con el progreso de la edad gestacional y el índice aumenta.

3. Los valores del índice no son significativamente afectados por la edad fetal, en recién nacidos que no han llegado a las 37 semanas de edad gestacional. Se dice que esto es útil para evaluar a los recién nacidos en los que, además, el déficit de peso excede el de la talla.

En otros trabajos este índice se ha manifestado como un pobre predictor de la composición corporal en el momento de nacer, por tanto, es más recomendable el índice de masa corporal. Se ha experimentado con otros índices como la circunferencia del brazo para predecir la mortalidad perinatal. Niños con perímetro del brazo igual o menor a 9,0 cm tienen de 10 a 17 veces mayor riesgo de morir durante sus primeros 14 días de la vida, que aquellos con una circunferencia del brazo mayor.

En otro contexto, debido a su elevada correlación, las circunferencias cefálica, del brazo y del tórax, se han propuesto como predictoras del peso al nacer:

- En realidad, la de mayor valor pronóstico es la circunferencia torácica, cuya interpretación biológica está en ocupar una gran proporción del cuerpo del recién nacido, como parte blanda que abarca más proporción de grasa y músculo, que da mayor información sobre el estado nutricional.
- La circunferencia cefálica es un indicador de la masa magra durante todo el crecimiento.
- Se ha indicado, según uno de los estudios multinacionales, que la circunferencia del brazo, que refleja la composición de grasa y músculo, tiene mayores errores de medición en el recién nacido.
- Se ha estimado que un incremento de 1 cm en la circunferencia torácica, es equivalente a 1/2 cm en la circunferencia del brazo.

En algunas investigaciones se ha logrado establecer niveles de riesgo para las variables antropométricas, con el objetivo de predecir el bajo peso al nacer, sobre la base de la sensibilidad y especificidad de los indicadores relacionados con la mortalidad (tabla 4.2).

Tabla 4.2. Niveles de riesgo de variables antropométricas como indicadores de mortalidad

Variable	Categoría de riesgo
Circunferencia del brazo	≥ 9,0 cm
Circunferencia cefálica	≥ 32,0 cm
Circunferencia de la pierna	≥ 10,0 cm
Circunferencia del muslo	≥ 14,0 cm
Circunferencia del tórax	≥ 30,0 cm
Longitud supina	≥ 48,0 cm

Para evaluar la grasa corporal se utilizan las medidas de pliegues cutáneos, con una clasificación en 5 niveles, teniendo en cuenta otras mediciones como el peso, la talla, y el perímetro cefálico. También se emplean los índices de la composición del brazo: área de grasa y área de músculo que se correlacionan con el peso al nacer.

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO FETAL AL NACER

Para la evaluación del crecimiento fetal se toman las medidas del peso, longitud supina, perímetro cefálico, torácico, del brazo, etc., y se analiza si se encuentran dentro de los límites normales de acuerdo con la edad gestacional al nacer (estimada en semanas de amenorrea o edad posmenstrual), mediante gráficas de crecimiento.

La gráfica basada en los percentiles del peso del recién nacido para la edad gestacional (Fig. 4.1), brindada por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), presenta 3 áreas importantes:

1. Por encima del límite superior normal: percentil 90 (P90), se identifica un elevado peso para la edad gestacional (APEG), o también un exceso de crecimiento intrauterino.
2. Dentro del área normal, donde está el peso promedio para la edad gestacional: percentil 50 (P50), se encuentra el peso adecuado para la edad gestacional (PAEG) o también crecimiento intrauterino normal.
3. Por debajo del límite inferior normal o percentil 10 (P10) se clasifica al recién nacido pequeño para la edad gestacional (BPEG) o retardo del crecimiento intrauterino.

PROBLEMAS DE EVALUACIÓN DE LA EDAD GESTACIONAL

La edad gestacional (EG) es el intervalo que transcurre desde el tiempo de la concepción hasta el momento del control de la embarazada, o por el instante en que nace el niño. Es imposible determinarla por métodos clínicos, por ello debe hacerse indirectamente, desde el primer día de la última menstruación (fecha de la última menstruación). Cuando este dato es desconocido por la madre, se recurre a:

- Durante el embarazo. Feto dentro del útero (medición del tamaño del feto por ecografía):
  - Desde el comienzo del embarazo hasta la semana 13: longitud céfalo-caudal.
  - A partir de la semana 14 hasta la 29: diámetro biparietal o longitud del fémur.

Con la progresión del embarazo el feto madura y permite estimar la edad gestacional:

- Mediante tablas de referencias de valores normales se puede estimar la edad del feto.
- Al nacer. Examen clínico neurológico del recién nacido.

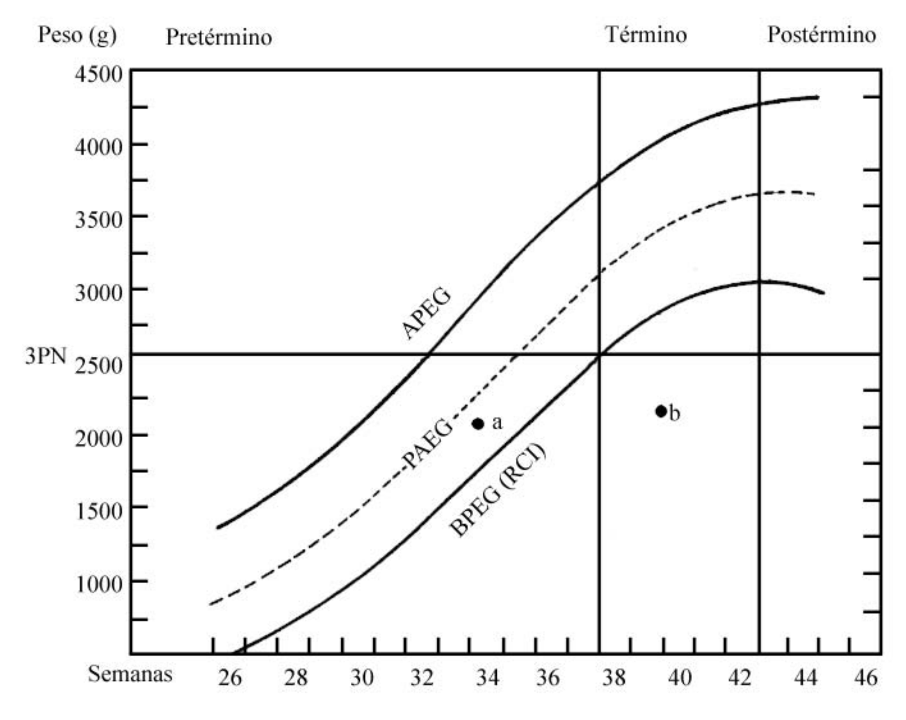


Fig. 4.1. Evaluación del peso para la edad gestacional.
Fuente: OPS.

Recién nacido a término, pre y postérmino. De acuerdo con la edad gestacional, los recién nacidos se clasifican en:

- Pretérmino. Antes de las 37 semanas de EG.
- Término. Entre las 37 y 41 semanas y 6 días.
- Postérmino. Igual o mayor de las 42 semanas.

Asimismo, los recién nacidos se clasifican según su crecimiento en peso intrauterino: alto, adecuado y bajo.

Hay 9 combinaciones, si se consideran las 2 clasificaciones:

- Los niños pretérmino, con peso normal para su EG, tienen un crecimiento normal, pero son inmaduros. Están expuestos a una serie de problemas al nacimiento: falta de regulación de la temperatura, inmadurez de la deglución y de la respiración, dificultades en la alimentación, etc.

- Los niños a término cumplen sus funciones normales, pero pueden presentar retardo intrauterino y están expuestos a otras complicaciones: hipocalcemia, neumonías aspirativas, síndrome de hiperviscosidad sanguínea, etc.

Retardo del crecimiento intrauterino. Hay retardo en el crecimiento intrauterino (RCI) cuando el peso del recién nacido es menor que el que le corresponde para su edad gestacional, es decir, está por debajo del límite inferior de la curva de crecimiento o percentil 10 (< P10).

PATRONES DE CRECIMIENTO POSNATAL DE OTRAS DIMENSIONES CORPORALES

Una de las curvas peculiares del crecimiento es la que define el crecimiento cefálico. En la figura 4.2 se muestra el patrón por sexos para la circunferencia de la cabeza, que no sigue la curva general de crecimiento. En la curva de distancia hay una pequeña diferencia entre los sexos en todas las edades, con una preponderancia en el sexo masculino.

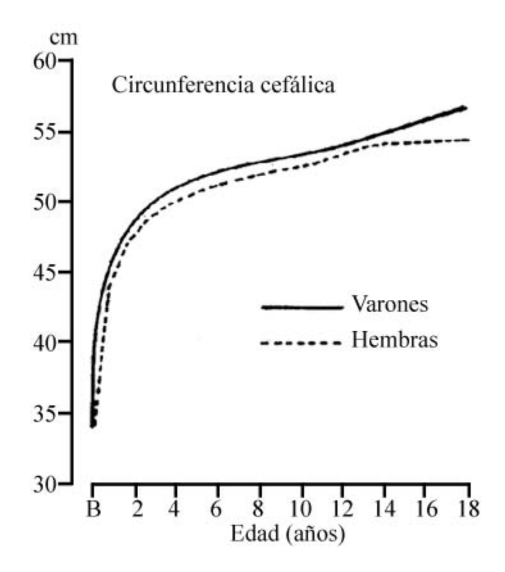


Fig. 4.2. Curva de distancia de la circunferencia cefálica en hembras y varones.
Fuente: Malina y Bouchard (1991).

La circunferencia muestra un rápido crecimiento en la primera etapa de la vida posnatal (entre el nacimiento y los 2 años); después se hace más lento, lo que está relacionado con el patrón de crecimiento cerebral. Hay un ligero brote de crecimiento en la adolescencia, que ocurre antes en las hembras.

Con excepción de la cabeza y la cara, así como de la adiposidad, la mayoría de las dimensiones corporales siguen un mismo patrón general de crecimiento en tamaño alcanzado y velocidad, semejante al de la estatura y el peso.

El crecimiento es más rápido en las primeras etapas de la vida posnatal (lactantes y niñez temprana); posteriormente cae y permanece con determinada estabilidad durante la mitad de la infancia; aumenta enormemente durante la aceleración o brote de crecimiento de la adolescencia, luego va declinando y termina eventualmente con la dimensión adulta alcanzada.

Posiblemente, muchas de las dimensiones corporales crecen hasta principio o mediado de los 20 años, pero se diferencian en la magnitud y el tiempo en que alcanzan su brote de crecimiento de la adolescencia. Por otra parte, en algunos individuos el brote medio de crecimiento (*mildgrowth spurt*) se manifiesta en determinadas anchuras, longitudes y circunferencias del cuerpo.

En general, las diferencias sexuales en tamaño alcanzado en las otras dimensiones corporales que no son la estatura y el peso, al igual que estas, son pocas en la preadolescencia y se hacen evidentes durante la pubertad. En la primera parte de la adolescencia las hembras tienen mayores proporciones porque su brote de crecimiento ocurre primero, hasta que los varones alcanzan su pico máximo, después del cual sus dimensiones corporales son definitivamente más grandes en su generalidad, con mayores valores que siguen en la adultez.

En la figura 4.3 se muestra la curva de distancia de 2 segmentos del cuerpo: la estatura del sujeto sentado y la longitud de la pierna. Ambos siguen claramente el patrón de crecimiento de la estatura total. Hay pocas diferencias sexuales antes del brote de crecimiento, después del cual se manifiesta la preponderancia significativa de los varones. El brote del crecimiento adolescente comienza antes en la pierna y termina primero, pero el del tronco (estatura sentada), que empieza después, continúa por más tiempo y contribuye más a la estatura ganada durante la adolescencia.

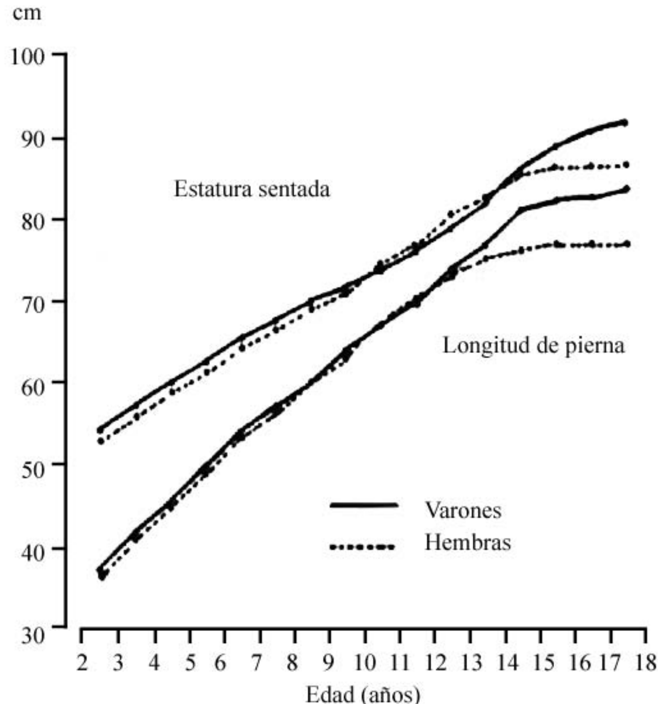


Fig. 4.3. Curva de distancia de la estatura sentada y la longitud de pierna en hembras y varones.
Fuente: Malina y Bouchard (1991).

Las curvas de crecimiento de los diámetros bicrestal y biacromial aparecen en la figura 4.4. Se observa que los varones tienen mayor anchura de hombros después de alcanzar el pico máximo de crecimiento de la adolescencia. En la anchura biliocrestal las hembras persisten con mayores valores durante toda la adolescencia, pero ganan 2 veces menos que los varones en la anchura de hombros. Al final del crecimiento, los varones son mucho más anchos de hombros que de caderas, con respecto a las muchachas.

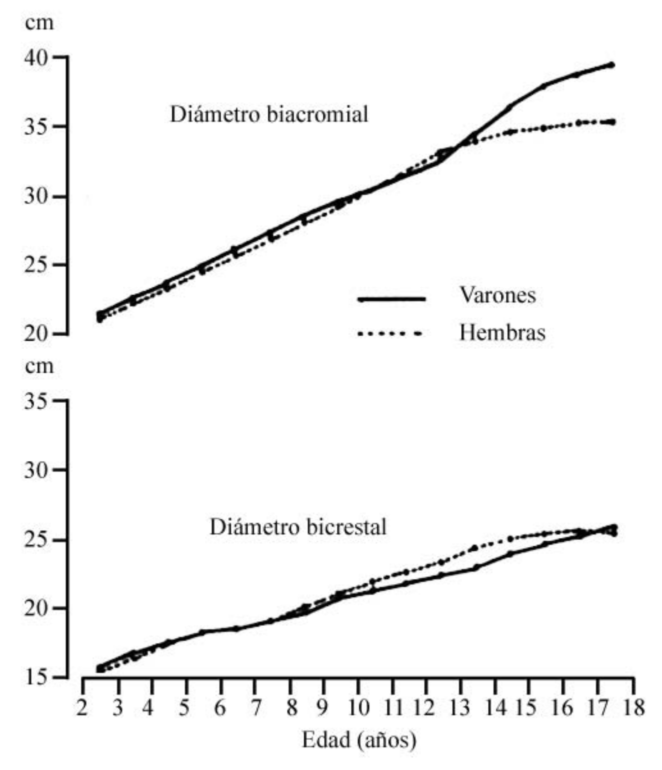


Fig. 4.4. Curva de distancia de los diámetros biacromial y bicrestal en hembras y varones. Fuente: Malina y Bouchard (1991).

En la figura 4.5 se describe la curva de velocidad de crecimiento de la anchura de las caderas al nivel de los trocánteres del fémur en las hembras y los varones. Se observa que el incremento en la velocidad de crecimiento es mayor que en todas las etapas anteriores en las hembras, que tienen su brote antes que los varones; pero el pico máximo es de igual magnitud para uno y otro sexos, y termina con pocas diferencias en tamaño, en la magnitud del valor del diámetro de las caderas.

En la figura 4.6 se representan las curvas de distancia de las circunferencias del brazo y la pierna en hembras y varones durante todo el crecimiento (hasta los 18 años). El patrón de crecimiento de estas dimensiones es similar al del peso corporal.

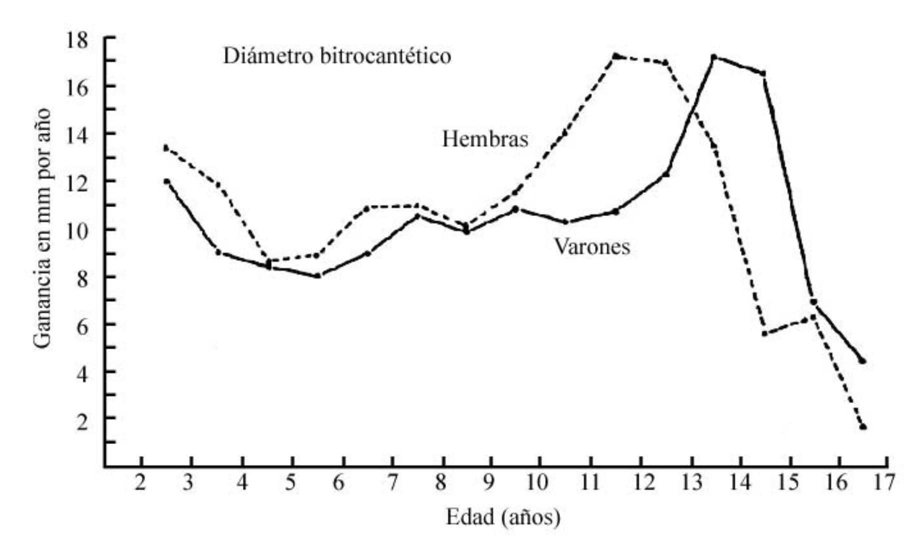


Fig. 4.5. Curva de velocidad de crecimiento para el diámetro bitrocantérico, en hembras y varones.
Fuente: Tanner (1962).

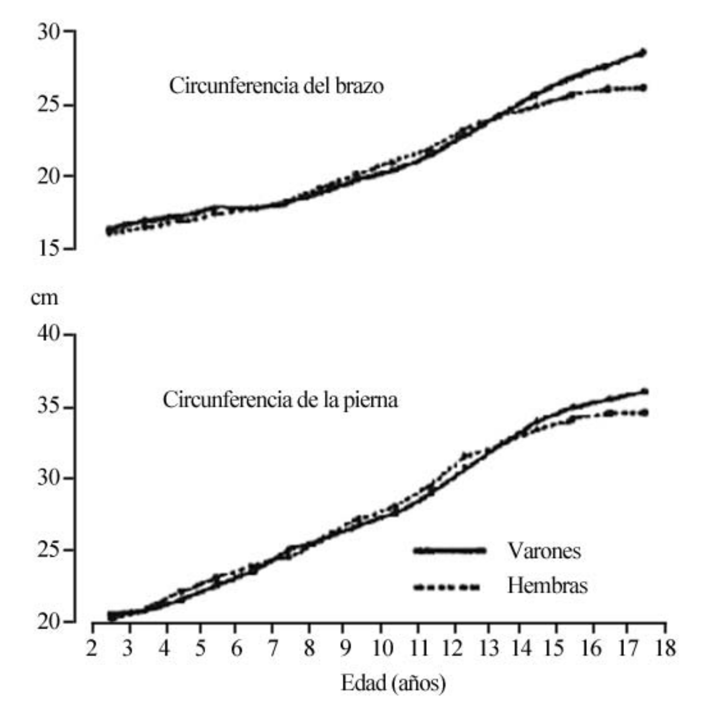


Fig. 4.6. Curvas de distancia de las circunferencias del brazo y la pierna, en hembras y varones.
Fuente: Malina y Bouchard (1991).

Estas circunferencias comprenden los tejidos óseo, muscular y adiposo, y se relacionan con la masa corporal total o peso. La circunferencia del brazo presenta diferencias sexuales más evidentes en la adolescencia que la de la

pierna, es decir, el crecimiento alcanzado en los varones es más incrementado que en las muchachas por el aumento de tamaño del músculo del brazo.

Las diferencias entre hembras y varones en el brote de crecimiento de la adolescencia han sido estudiadas para varias dimensiones corporales, a partir de las curvas de velocidad. En las tres figuras que siguen a continuación se hace coincidir el momento del pico máximo de crecimiento para la estatura sentada, anchura biiliocrestal y la anchura y profundidad del tórax.

La magnitud de la velocidad de crecimiento de la estatura sentada es mayor en las hembras (anterior a la pubertad), pero en el momento del pico máximo de crecimiento el empuje es mucho mayor en los varones (Fig. 4.7). El brote adolescente en estatura sentada se debe al crecimiento de los discos intervertebrales sobre el tope y el fondo de los cuerpos de las vértebras, con una mayor velocidad en los varones, probablemente por la acción de los andrógenos.

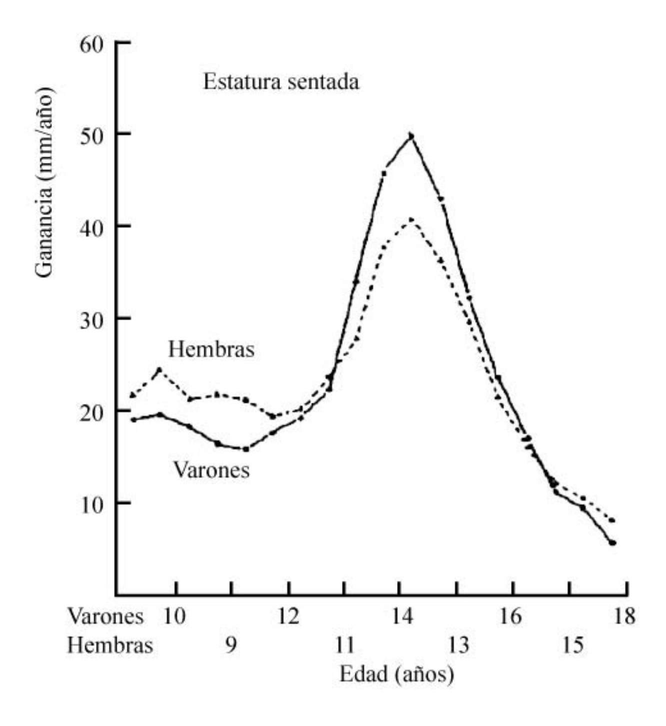


Fig. 4.7. Momento del pico máximo de crecimiento para la estatura sentada, en hembras y varones. Fuente: Tanner (1962).

El momento del brote para la anchura biiliocrestal entre hembras y varones no tiene la misma connotación que la longitud del tronco vista anteriormente, ni el fenómeno que ocurre es exactamente igual que la anchura al nivel de los trocánteres (Fig. 4.8). Aquí se observa que la magnitud del pico máximo es mucho mayor en las hembras, las cuales terminan su empuje de crecimiento con mayor amplitud en las crestas ilíacas.

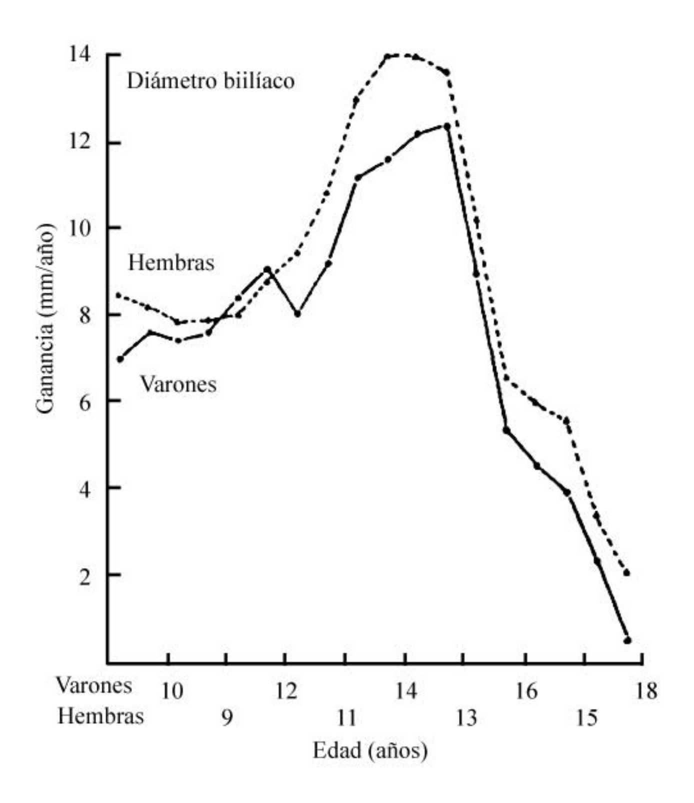


Fig. 4.8. Momento del pico máximo de crecimiento para el diámetro biiliocrestal en hembras y varones.
Fuente: Tanner (1962).

Parece ser que para los hombros y las caderas, al igual que en la zona del tronco, el efecto hormonal de las hormonas sexuales interviene en los cambios de la velocidad del empuje de la adolescencia.

En la figura 4.9 se ilustra la velocidad de crecimiento para la región del tronco, particularmente en sección transversal; se observa el dimorfismo sexual en la magnitud del brote a favor de los varones en la anchura, pero sin diferencias consistentes en la profundidad.

En el caso de la mayor longitud de las piernas en los varones después del brote, relativa a la longitud total, el mecanismo es ligeramente diferente, ya que simplemente el empuje de crecimiento de los varones ocurre más tardíamente que el de las hembras. En los años anteriores a la adolescencia, las piernas crecen relativamente más rápido que todas las dimensiones del esqueleto, lo que se explica por aquel crecimiento adicional preadolescente en 2 años, que tienen los varones a su favor, expresado en la estatura. La longitud del brazo, mayor en los varones (que resulta después del brote), también se justifica por la misma causa. Entre brazo y pierna también interviene el efecto del gradiente de crecimiento.

Las diferencias sexuales en tejidos blandos también se manifiestan en la adolescencia. Uno de los componentes es el músculo, que sí sigue la curva general de la estatura y el peso. La otra fracción es la adiposidad, que aunque describe su curva particular, también tiene cierta participación con un dimorfismo sexual en el período.

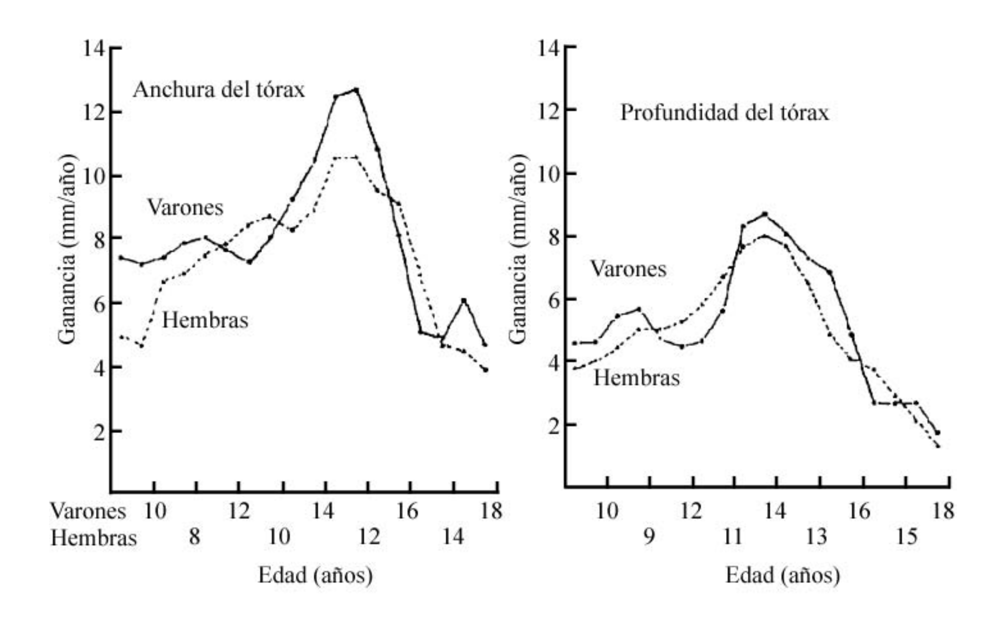


Fig. 4.9. Momento del pico máximo de crecimiento para las midas del tórax en hembras y varones. Fuente: Tanner (1962).

Los datos de las figuras 2.13 y 2.14, ya discutidas anteriormente, muestran que las hembras tienen mayor cantidad de tejido adiposo que los varones, con pocas diferencias sexuales en el primer año de vida. Pero entre 1 y 6 años las niñas pierden la grasa corporal menos rápidamente que los varones y luego ganan con mayor velocidad a partir de esa edad. Si se analizan las diferencias sexuales antes de la adolescencia en otras dimensiones corporales, se puede apreciar que la única región en que las hembras predominan sobre los varones antes de la pubertad es la zona de las caderas, evidenciada muy bien en el diámetro bitrocantérico (Fig. 4.5) y ligeramente por el diámetro biiliocrestal (Fig. 4.8). Este fenómeno se debe al depósito del tejido adiposo de esta región, cuya curva de velocidad es muy similar en diferentes localizaciones del cuerpo a la descrita en la figura 2.14 para las regiones del brazo (tríceps) y la espalda (subescapular). Durante el empuje adolescente se muestran diferencias sexuales muy evidentes, que hacen que al final del período la cantidad de tejido adiposo depositada en las hembras sea superior a los varones, lo cual tiene una explicación al nivel de la especie.

En la figura 4.10 se relacionan los tejidos óseo y muscular, así como la grasa subcutánea, a través de la técnica de rayos X. Coincidiendo con el descenso de la velocidad de crecimiento de los tejidos óseo y muscular en los primeros 2 años de vida posnatal, aunque todavía con elevados valores, se observa la disminución del ritmo de crecimiento del tejido adiposo, que llega a tomar valores negativos e indica una pérdida de su depósito en el cuerpo.

Un poco antes de los 2 años, todavía con valores negativos, el organismo tiende a perder cada vez menos tejido adiposo hasta alrededor de los 6 años, cuando la velocidad se hace nuevamente positiva y otra vez el niño comienza a

depositarlo. Esto coincide con una tendencia del músculo y el hueso a estabilizar su velocidad hasta el punto mínimo antes del salto puberal. En esta aceleración del crecimiento, la ganancia del tejido adiposo tiende a disminuir después del salto y toma valores negativos en los varones, lo que indica el patrón dimórfico entre uno y otro sexos. Ya en esta etapa ha ocurrido el pico del músculo y el hueso en el sexo masculino.

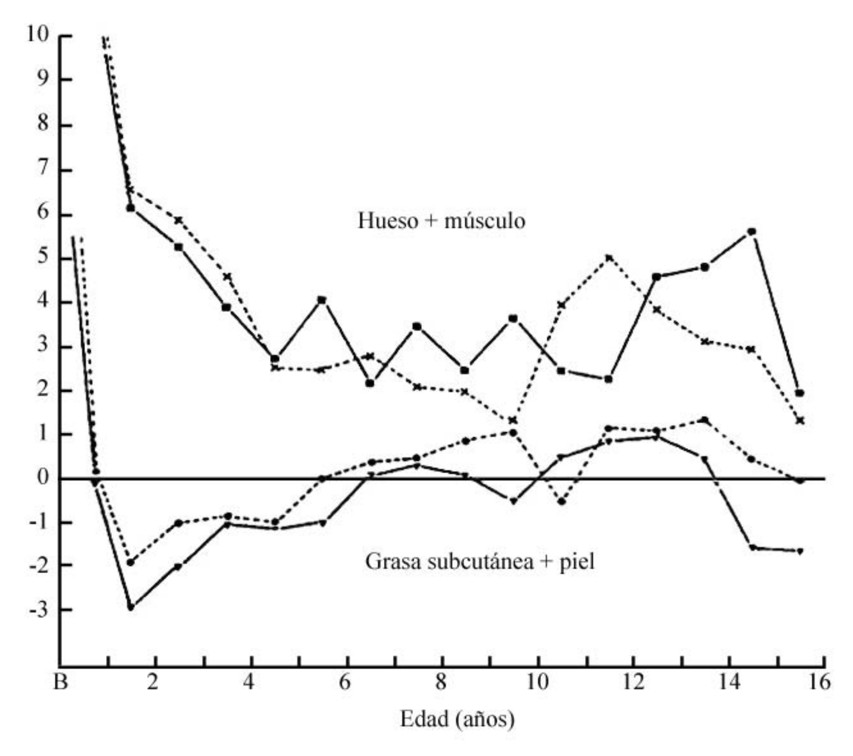


Fig. 4.10. Curva de velocidad de crecimiento del hueso, músculo y grasa subcutánea más piel en hembras y varones.
Nota: Basado en la medición del máximo diámetro de la pierna (rayos X).
Fuente: Tanner (1962).

Este fenómeno se aprecia mejor en la figura 4.11, con la técnica de rayos X, donde aparece el momento del pico de máximo crecimiento del músculo y el hueso en los varones, que armoniza con el punto de la mayor velocidad de pérdida de la grasa.

En la figura 4.12 se compara el evento de la aceleración del crecimiento puberal con el patrón que sigue la grasa subcutánea en sitios de las extremidades y del tronco, medido a través de determinaciones de rayos X.

Al igual que en la figura anterior, el momento del pico máximo de crecimiento de la estatura se corresponde con el punto de mínima velocidad de la adiposidad en el tronco, el brazo y la pierna. Posterior a este tiempo aumenta dicha velocidad, se reduce la pérdida y pasa a valores positivos, lo que indica que está en una nueva etapa de incremento de los depósitos.

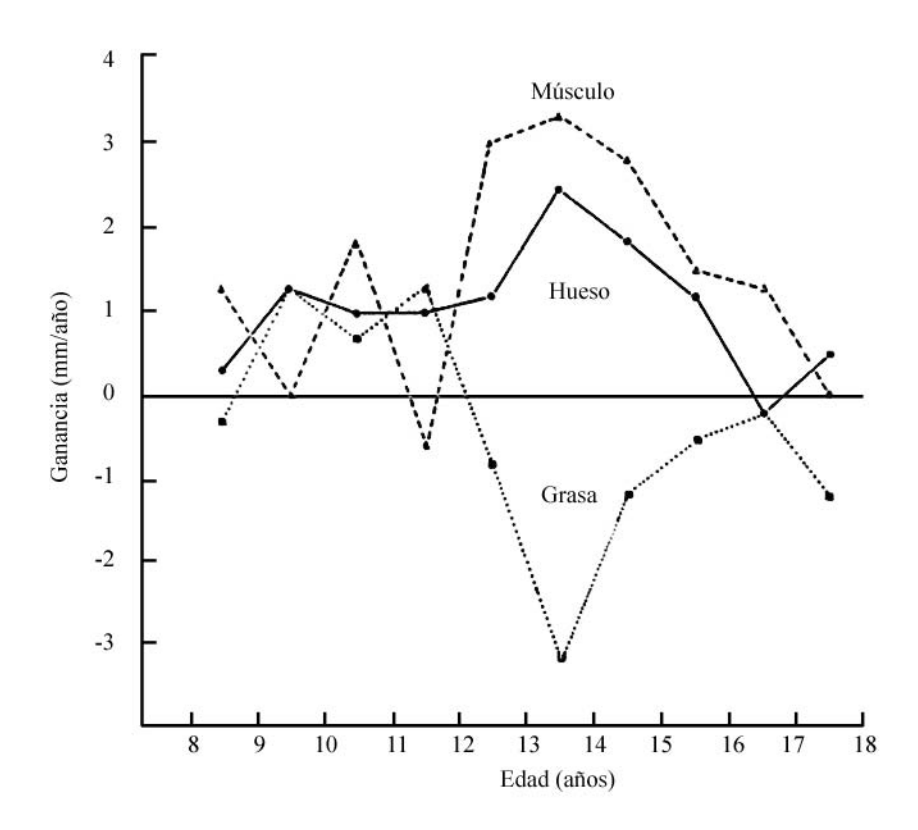


Fig. 4.11. Momento del salto puberal para el músculo, hueso y grasa en varones.
Nota: Basado en mediciones del diámetro del antebrazo (rayos X).
Fuente: Tanner (1962).

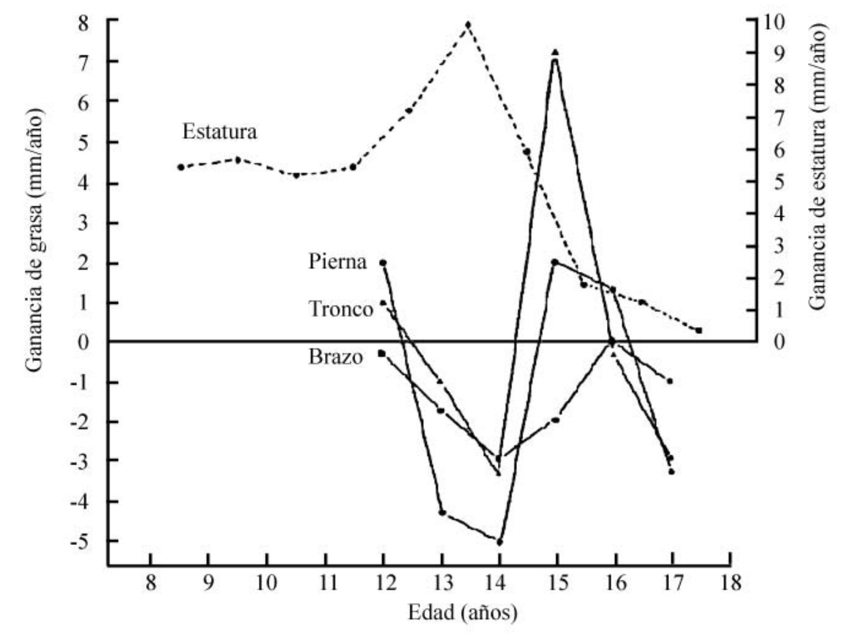


Fig. 4.12. Momento del salto puberal para la estatura y la grasa subcutánea en tres sitios del cuerpo en varones.
Fuente: Tanner (1962).

En las 2 figuras anteriores se puede identificar un pequeño pico o aceleración del crecimiento de la grasa subcutánea, que se produce antes que el del músculo, el hueso y la estatura. Se puede afirmar que antes de que la grasa logre el patrón adulto, pasa también por un período de aceleración del crecimiento relacionado con el empuje puberal y la influencia de las hormonas sexuales.

ALGUNOS CAMBIOS FISIOLÓGICOS DURANTE LA ADOLESCENCIA

En el proceso de crecimiento, maduración y desarrollo existen cambios fisiológicos, que son particularmente detectables durante el empuje puberal.

Una de las variables importantes es la frecuencia cardiaca. El valor promedio de esta medición es de 140 contracciones por minutos en el recién nacido y va cayendo paulatinamente a medida que transcurre el crecimiento (Fig. 4.13).

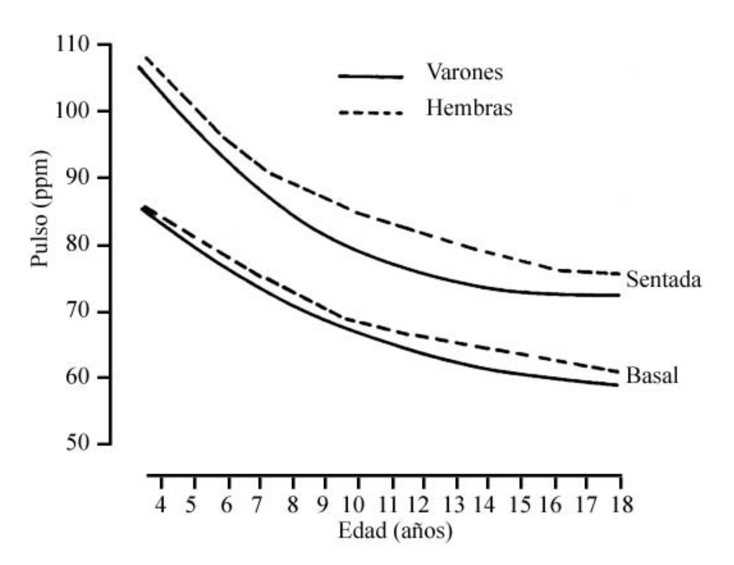


Fig. 4.13. Cambios en la frecuencia cardiaca durante el crecimiento en hembras y varones. Fuente: Malina y Bouchard (1991).

Los datos trazados proceden de un estudio longitudinal mixto, realizado en hembras y varones. Tanto los valores tomados en reposo, como en posición sentada, refieren el mismo patrón de reducción en uno y otro sexos, con diferencias significativas a los 10 años. En todas las edades, la frecuencia cardiaca en reposo resulta menor y al final de la adolescencia los varones alcanzan valores de 60 p.p.m., y las hembras pueden llegar a valores de 63 p.p.m.

La tensión arterial es otra de las variables importantes de la función cardiaca durante el crecimiento. Las presiones sistólica y diastólica aumentan a partir del nacimiento, hacen una reducción entre los 7 y 10 años, para volverse a incrementar hasta el término del crecimiento (Fig. 4.14).

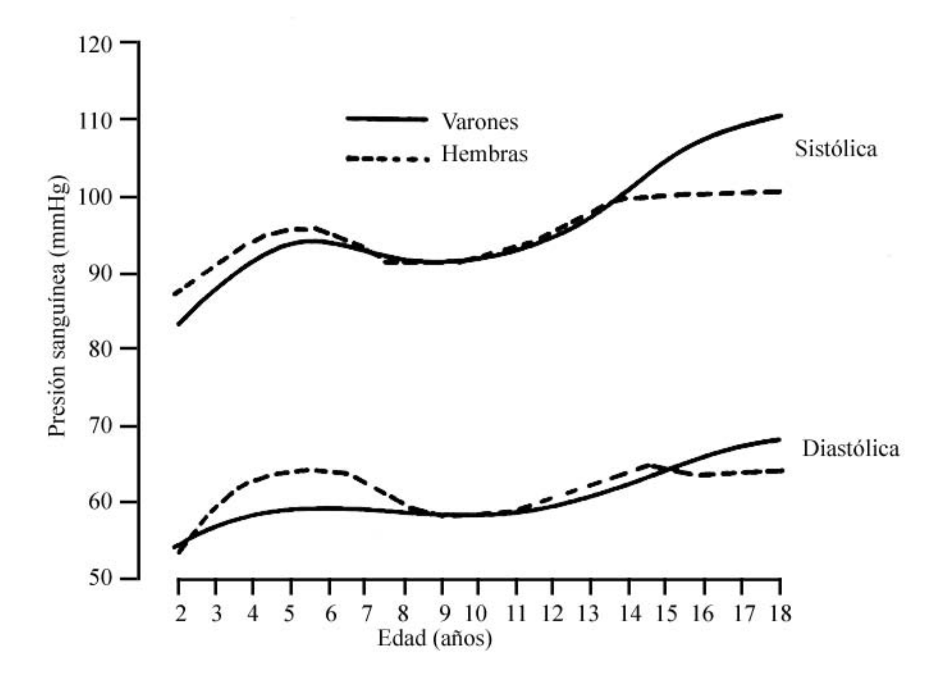


Fig. 4.14. Cambios en la presión sistólica y diastólica durante el crecimiento, en hembras y varones.
Fuente: Malina y Bouchard (1991).

En la adolescencia se observa una diferencia entre uno y otro sexos, de modo que el varón termina con mayores valores en los niveles de la tensión sanguínea.

La hemoglobina tiene la importante función de transportar oxígeno al cuerpo, por esta razón se asocia estadísticamente con la variable *consumo máximo de oxígeno*, así como con el volumen cardiaco y la masa corporal. La curva de crecimiento de la hemoglobina es similar a la del peso total.

En la figura 4.15 se describe la curva de distancia de la hemoglobina desde el nacimiento hasta los 20 años en uno y otro sexos.

La concentración de hemoglobina es relativamente elevada en el recién nacido; luego decrece entre los 3 y 6 meses, y continúa un incremento progresivo con la edad. Entre uno y otro sexos se observa un dimorfismo, con mayores valores en los varones, muy destacados en el período de la adolescencia.

El patrón de la actividad respiratoria también cambia durante la adolescencia. En la figura 4.16 se representa la curva de distancia para las variaciones de la capacidad vital (expiración máxima, seguida de una inspiración mínima), con diferencias sexuales marcadas en este período. Los varones tienen mayor potencia respiratoria por su mayor masa corporal, anchura de hombros y tamaño del tórax.

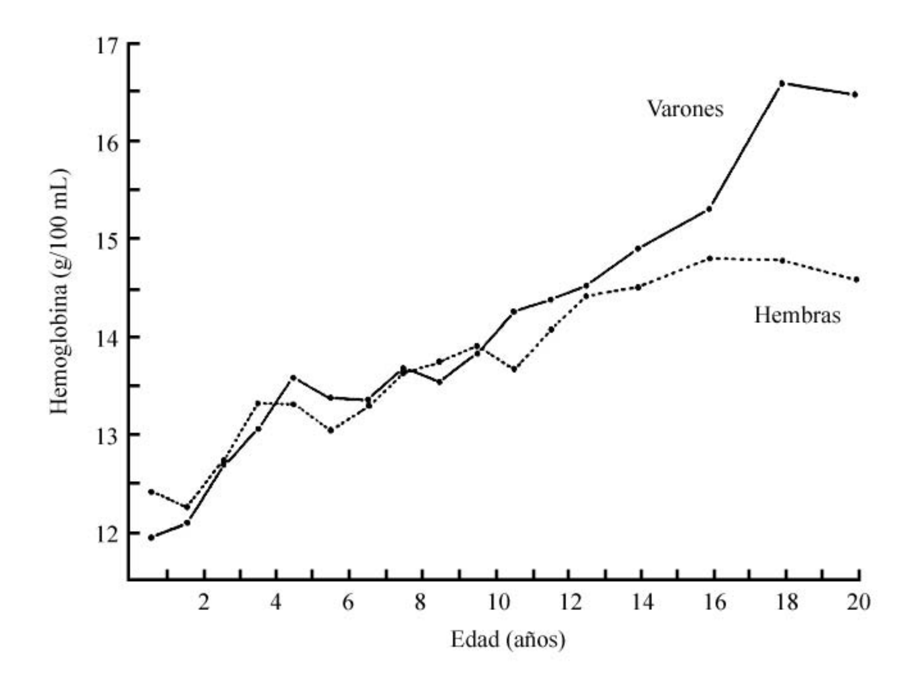


Fig. 4.15. Cambios en la concentración de hemoglobina durante el crecimiento en hembras y varones.
Fuente: Tanner (1962).

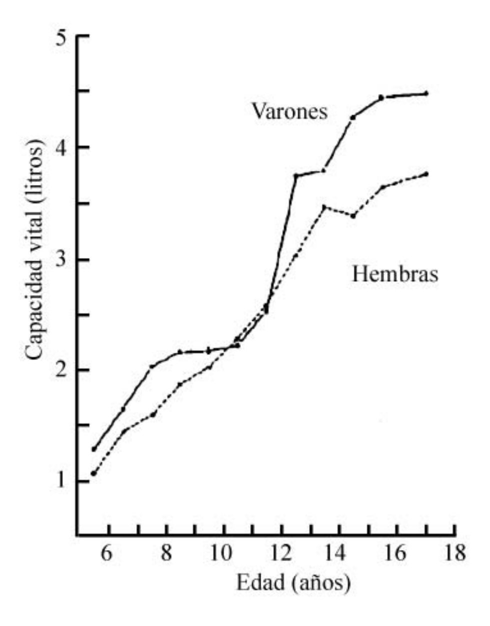


Fig. 4.16. Cambios en la capacidad vital en hembras y varones.
Fuente: Tanner (1962).

En la figura 4.17 se muestra la curva de distancia de la tasa metabólica basal en hembras y varones, en diferentes edades. La tasa metabólica relativa a la superficie corporal se reduce a través del crecimiento y es siempre superior en los varones, probablemente debido al predominio de la muscularidad y el peso en estos, que se hace mayor en la adolescencia, pero esta condición no parece explicar totalmente esta preponderancia.

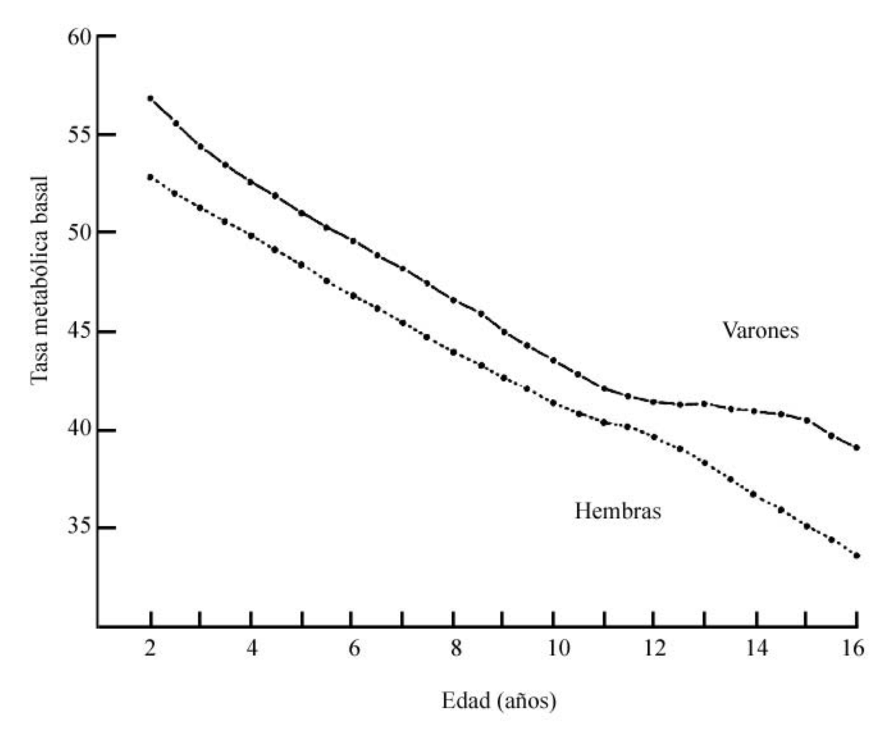


Fig. 4.17. Cambios en la tasa metabólica basal relativa a la superficie corporal, en hembras y varones.
Fuente: Tanner (1962).

La respuesta está en que en el sexo masculino hay un mayor consumo de oxígeno por kilogramo de peso corporal que en las niñas con componente muscular similar, además, en la adolescencia el varón adquiere un estímulo metabólico específico, relacionado con los andrógenos. Luego, esta característica también tiene un significado en el patrón de crecimiento de esta etapa.

Existen otras variables fisiológicas, entre las cuales se encuentran los lípidos séricos y las lipoproteínas, enzimas y muchas otras fracciones que participan del brote de crecimiento de la adolescencia, por lo que en las curvas de distancia se observan mayores valores alcanzados y en las de velocidad, una mayor tasa que se incrementa en el período, con diferencias sexuales muy destacables, usualmente a favor del sexo masculino.

CAPÍTULO 5

DESARROLLO PSICOMOTOR Y APTITUD FÍSICA

El niño no es un ser pasivo, impulsado a la acción solo por estímulos del exterior. Desde que nace es un ser activo y su comportamiento está organizado: siente y se expresa de diferentes maneras, de acuerdo con su edad y sus características individuales.

Está dotado de potencialidades que permiten el desarrollo de una vida psíquica, la cual se inicia con el cuerpo -en función de instrumento de sentir y actuar-, que aporta datos del mundo y de sí mismo. En su interacción con el medio, a través de su diálogo corporal con los otros, es donde se articulan las palabras y los afectos, trasponiendo el orden biológico al orden psíquico. Se estructura así la conciencia de sí mismo, la voluntad del ser.

Al principio, el lactante carece de la capacidad de diferenciarse de quienes lo rodean y sus procesos psíquicos son elementales. La maduración biológica constituye una posibilidad potencial desde el punto de vista de la diferenciación y se lleva a cabo en el seno de una relación interpersonal. A través de la interacción dinámica, entre organismo y medio del niño con su madre, se produce el lento proceso de individualización o diferenciación primaria hacia la diferenciación completa.

En ese sentido el desarrollo es un proceso expansivo. A medida que el niño madura va conformando nuevas conductas, que generan nuevos comportamientos a través de una interrelación personal y con el medio. El desarrollo implica procesos vinculados temporalmente, con cambios progresivos del funcionamiento adaptativo.

Por otra parte, el desarrollo y refinamiento de las habilidades motoras son tareas importantes durante el proceso de crecimiento, adquisición y perfeccionamiento de funciones en la infancia. Todos los niños, excepto aquellos con retardo en el desarrollo, pueden aprender y ejecutar una variedad de patrones de movimientos fundamentales y habilidades más especializadas.

Cada actividad motora se integra al patrón de conductas que le proporcionan al niño una experiencia que enriquece sus dimensiones con respecto al entorno donde ellos se desarrollan.

El desarrollo motor se puede definir entonces como un proceso mediante el cual el niño adquiere patrones de movimientos y habilidades. En este proceso, el efecto de la maduración neuromuscular, probablemente con una regulación

genética es muy importante, además de la interacción del resto de los mecanismos del crecimiento, como el incremento de tamaño y los cambios en la composición corporal, así como las experiencias motoras anteriores y las nuevas que se adquieren.

CLASIFICACIÓN GENERAL DE LAS ACTIVIDADES MOTORAS

Los movimientos se ven en diferentes perspectivas y por tanto se clasifican de una manera conveniente en:

- *Actividades motoras gruesas*. Se refieren a los movimientos de cuerpo entero o de los mayores segmentos, como la locomoción.
- *Actividades motoras finas*. Se refieren a aquellos movimientos que requieren precisión y destreza, como las tareas de manipulación.

Muchas tareas motoras requieren la combinación de esos 2 tipos de movimiento.

1. *Patrones motores fundamentales*. Dentro de esta definición se integran las formas elementales de movimiento, que pueden dividirse en:
   a) Locomotores. El cuerpo se mueve a través del espacio, por ejemplo, caminar, correr, saltar, galopar, etc.
   b) No locomotores. Solo se mueve una parte específica del cuerpo, por ejemplo, empujar, halar, torcer, etc.
2. *Manipuladores*. Es la capacidad de mover objetos, por ejemplo, cortar, lanzar, agarrar, golpear, etc.

Estas distintas actividades pueden ejecutarse en combinación, que van desde sus formas más simples hasta movimientos complejos, como ocurre en la actividad deportiva.

FASES DEL DESARROLLO MOTOR

Los apuntes de V. Pires, de finales del siglo pasado, tratan de una forma clara y concreta las diferentes fases que acontecen en el desarrollo de los componentes del movimiento humano y la caracterización de cada patrón diferencial. La síntesis de sus ideas se discute a continuación.

El movimiento humano se basa en una secuencia previsible de cambios cualitativos. La secuencia del desarrollo es tenida como universal en el sentido de que el ser humano pasa siempre por las mismas fases, en el mismo orden, ocurriendo la progresión según el ritmo de desarrollo de cada individuo. Las distintas fases cursan debido al fenómeno de la maduración biológica.

En la figura 5.1 se representan las fases del desarrollo motor, de acuerdo con Gallahue (1982), que comprende 4 tipos de movimiento: reflejos, rudimentarios, fundamentales y deportivos.

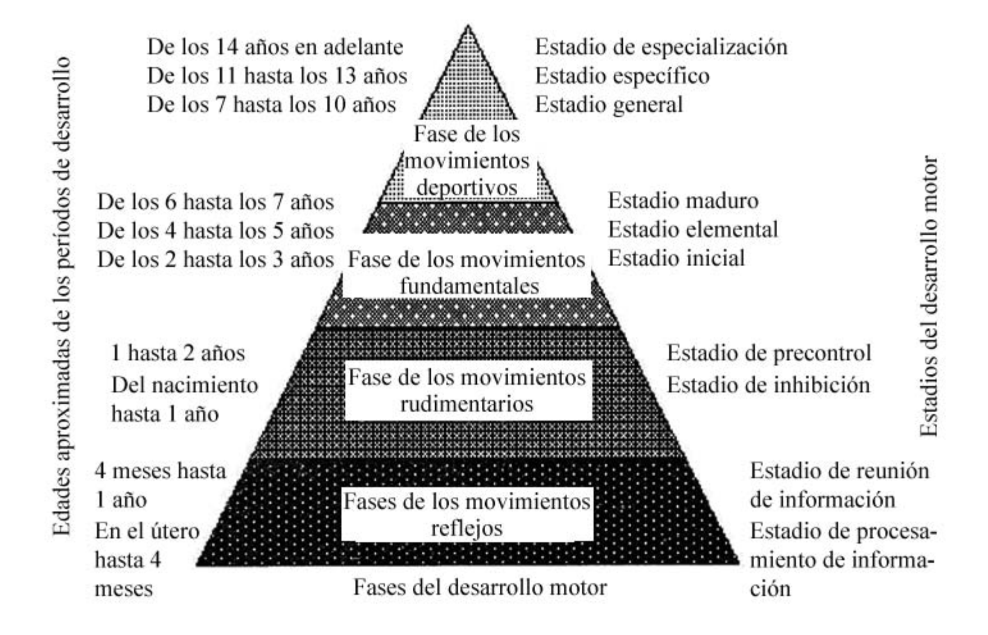


Fig. 5.1. Fases del desarrollo motor de acuerdo a Gallahue (1982).
Fuente: Pires (1993).

Las primeras manifestaciones motoras del niño comprenden respuestas reflejas a varios estímulos sensoriales. La aparición de los primeros movimientos voluntarios tiene lugar, fundamentalmente, en los 2 primeros años de vida; son designados como movimientos rudimentarios (prensión intencional, gatear y andar), que devienen en más complejos; las habilidades básicas o fundamentales (correr, saltar, lanzar, agarrar, etc.). Estos movimientos han sido clasificados como patrones fundamentales de locomoción o de manipulación.

Existe un tercer tipo de movimiento que corresponde a los patrones motores fundamentales de estabilidad. Además de la maduración, en estas habilidades influyen la oportunidad, la motivación y la instrucción.

Los estadios de desarrollo de las habilidades fundamentales se clasifican en:

- Inicial.
- Elemental.
- Maduro.

Estos estadios se alcanzan por unas secuencias de fases de adaptación y asimilación o fases de equilibrio y desequilibrio.

Las habilidades fundamentales se perfeccionan y dan lugar a habilidades motoras socialmente determinadas, las habilidades específicas o deportivas.

En el desarrollo de las habilidades deportivas se reconocen 3 estadios:

1. General o de transición.
2. Movimientos específicos.
3. Movimientos especializados.

Algunos autores han establecido estadios transicionales, que corresponden a una secuencia de tareas bien diferenciadas, por ejemplo, para alcanzar la autonomía de la marcha, el niño primero debe sentarse, después ponerse de pie, etc. No obstante, hay un acuerdo importante y es que el momento de la vida en que se alcanzan los niveles más avanzados está directamente relacionado con el ritmo de desarrollo de cada cual y depende de los períodos sensibles.

Los períodos sensibles son aquellos momentos donde una habilidad motora determinada tiene las condiciones óptimas para desarrollarse y lo hará con su mejor expresión. Si el surgimiento de la habilidad no se produce en el momento programado en su ritmo de desarrollo por cualquier factor incidente, se hará de todas formas, pero posteriormente y no en su mejor expresión

REFERENCIA DEL DESARROLLO MOTOR DESDE 0 HASTA 3 AÑOS DE EDAD

Motricidad no refleja. En el recién nacido existen movimientos voluntarios no reflejos e incontrolables:

- Comportamientos motores masivos. Falta de integración, difusos.
- Comportamientos motores localizados. Respuestas localizadas (girar la cabeza, movimientos rítmicos de la boca, movimiento de las extremidades, sonrisas, seguimientos visuales, etc.

Estas formas de movimiento constituyen un reflejo de la vida fetal. Algunos movimientos se presentan al nacimiento o aparecen durante la vida fetal. Algunos de los reflejos son muy simples y están mediados por la médula; otros son más complejos y requieren la integración del cerebro y los centros nerviosos.

Motricidad refleja. El reflejo es un acto motor involuntario, como respuesta a un estímulo específico. El recién nacido tiene una amplia gama de esta actividad motora refleja.

Reflejo de succión. Es un reflejo importante para la alimentación. Después de una estimulación de los labios, el niño realiza la succión.

Reflejo de Moro (desaparece antes de los 6 meses). Apertura de los brazos por extensión/abducción del tronco, con el lanzamiento de la cabeza para atrás y extensión del tronco; en un segundo momento el cierre de los brazos por flexión/abducción.

Reflejo de prensión (desaparece entre los 9 o 10 meses). Presión ejercida al nivel de la palma de la mano, hecha por esta sobre el objeto excitador.

Reflejo de enderezamiento y marcha automática. Cuando el niño se coloca con los pies apoyados en el suelo se produce una extensión progresiva de los miembros inferiores, pudiendo llegar hasta el tronco y la cabeza, inclinando el niño para el frente, aparecen movimientos alternados de flexión/extensión de los miembros inferiores con apoyo plantar, impulsando el cuerpo hacia el frente.

Reflejo tónico del cuello. La rotación lateral de la cabeza provoca una extensión de los miembros del mismo lado para donde rueda y una flexión de los miembros del lado opuesto.

Reflejo cutáneo plantar. La ejercitación de la superficie plantar provoca una extensión de los dedos. Después de la adquisición de la marcha, provoca normalmente una flexión de los dedos del pie.

La desaparición gradual de estos reflejos da lugar a la sustitución por otros nuevos reflejos y comportamientos motores definitivos.

La persistencia de algunos de los reflejos, comentados anteriormente, por encima de la edad normal de su desaparición, permite referirse a la presencia de problemas del desarrollo neurológico del niño.

Transición de los movimientos reflejos a movimientos voluntarios. Existen etapas intermedias en la forma de cómo se sustituyen las acciones reflejas por movimientos voluntarios en el niño, pero no se conoce con exactitud la interacción entre ambos, porque los movimientos voluntarios no aparecen al mismo tiempo, ni con la misma intensidad en todos los niños.

Algunos ejemplos discutidos en la literatura sugieren que el entrenamiento de una actividad a alcanzar puede acelerar el comienzo de la misma. Otros planteamientos indican que la tentativa de eliminar algún reflejo obsoleto con entrenamiento, puede ayudar al niño en la adquisición de otros movimientos más avanzados o voluntarios.

En cuanto a la desaparición de los reflejos se pueden hacer otras suposiciones, con respecto a la aparición de los movimientos voluntarios, y es la necesidad de la conservación de una parte de esos movimientos reflejos que faciliten los movimientos voluntarios.

Motricidad rudimentaria (desde los 3 meses hasta los 2 o 3 años). En esta fase se observan progresos rápidos y la evolución motora se puede concretar en:

- Prensión intencional.
- Posición erecta.
- Movimientos de locomoción sin auxilio.

En la fase de *desarrollo de la prensión intencional* es importante la coordinación del ojo con la mano. Primero son necesarias la localización visual del objeto, la aproximación de la mano y la prensión, para luego proceder a la exploración del mismo. Todo ello acontece paulatinamente hasta lograr una mayor perfección de la actividad. El establecimiento de la relación ojo/mano pone en evidencia un control progresivo del movimiento y una manipulación necesaria que influye en el desarrollo psicomotor del niño.

Desarrollo de la marcha. Las primeras dislocaciones del niño se producen por reptación y luego por cuadrupedia. La marcha bípeda aparece posteriormente en el desarrollo y necesita de un control del equilibrio en la posición vertical, en coordinación con movimientos alternados de las extremidades inferiores, que le permitan al niño mantenerse erecto con el peso de su cuerpo sobre un solo pie.

El patrón de secuencia de estas actividades ocurre acompañado por la maduración del sistema nervioso. Esta sucesión de acontecimientos se resume como sigue: el niño alcanza gradualmente el control de la cabeza, luego la parte superior del tronco y las extremidades superiores. El control completo del tronco

ocurre primero en el desarrollo de la postura sentada, con apoyo propio, y es seguido por un esfuerzo activo en la locomoción, mediante una progresión prona. Posteriormente, el niño realiza un esfuerzo activo por alcanzar una postura erecta (primero con apoyo y luego sin este). Finalmente, comienza la marcha independiente.

Una vez que la marcha se inicia, se desarrolla la competencia de otras habilidades motoras en forma exponencial, un ejemplo de ello es la adquisición del paso largo y la marcha rápida; se incrementa la cadencia y los movimientos muestran mayor reproducibilidad, de tal forma que el patrón llega a ser como el del adulto.

Existe una gran variabilidad entre las edades en que aparecen cada uno de estos eventos. Aunque la edad promedio para comenzar a andar sin ayuda está entre los 8 y 17 meses, los niños más pesados y poco musculosos empiezan más tardíamente.

Es posible encontrar algunas excepciones, por ejemplo, pueden faltar algunas de las etapas previas a la marcha, como arrastrarse, gatear, etc. La causa está relacionada con la maduración y la influencia del ambiente que, de ser beneficiosas, estimularían al niño en la adquisición rápida de las habilidades motoras.

Fase de adquisición y desarrollo de las habilidades motoras fundamentales o básicas. Con la adquisición de la prensión, la posición erecta y la marcha, alrededor del primer año de vida, ya el niño posee el dominio de una parte importante de sus habilidades motoras, por lo que de aquí en adelante aumentan las posibilidades de dominar nuevas tareas motoras y aumenta su independencia.

Las formas más importantes de movimiento que pueden adquirirse a partir de este momento son: andar, subir y bajar, correr, equilibrar, saltar, gatear, rodar, empujar, trepar, balancearse, cargar, agarrar y lanzar, entre otras.

En las etapas iniciales del desarrollo de estas habilidades, los movimientos son poco fuertes, con muchos movimientos colaterales con poca economía, debido, entre otras causas, a que la capacidad de equilibrio está poco desarrollada.

Efectos del ejercicio. Capacidad de aprendizaje motor. Una concepción equivocada acerca del desarrollo motor en la infancia es plantear que las habilidades están genéticamente determinadas y poco influenciadas por los factores del entorno. La maduración desempeña una función fundamental en el desarrollo de las habilidades motoras, pero no debe ser señalada como el único aspecto. Factores como oportunidad, motivación e instrucción son muy importantes para el progreso de estas habilidades.

Para la estimulación del desarrollo de habilidades motoras es importante proporcionarle al niño un medio que corresponda a sus necesidades. Necesitan espacio para correr, saltar y lanzar, así como las condiciones convenientes para trepar, balancearse, etc., de esta manera aprovechan más eficientemente las posibilidades, se apropian de las diferentes formas de movimiento y pasan por una variedad de experiencias, por ello, el juego tiene una importancia fundamental en la infancia.

DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES MOTORAS FUNDAMENTALES

Las principales tendencias del desarrollo motor entre los 3 y 6 años consisten en el perfeccionamiento de las habilidades motoras básicas y la adquisición de las primeras combinaciones de movimientos, expresándose como un aumento rápido y cualitativo del rendimiento y una gran capacidad de aplicación en diferentes situaciones y tareas.

Esa capacidad aumentada de movimiento depende de diversos factores:

- Maduración neurológica que permite la realización de movimientos más complejos.
- Crecimiento del cuerpo, con acrecentamiento de la masa muscular, lo cual permite mayor ejercitación.
- Disponibilidad de realizar actividades motoras de mayor diversidad.

Por otra parte, el grado de perfeccionamiento de las actividades motoras depende del potencial de desarrollo del niño, del proceso de maduración y de la oportunidad en calidad, cantidad y variedad de tareas motoras. Esto quiere decir que si el niño tiene la educación deportiva correspondiente, será capaz de adquirir combinaciones de movimientos complejos como natación, patinaje, gimnasia, ballet, etc.

A medida que se incrementa la edad, el rendimiento de las tareas motoras aumenta, por lo que se han establecido 3 estadios en la fase del desarrollo de los movimientos fundamentales:

1. *Fase inicial*. Aquí ocurren las primeras tentativas del patrón de movimiento, por lo que no están presentes muchos movimientos refinados.
2. *Fase elemental*. Es la fase de transición en el desarrollo del patrón de movimiento. Van aumentando la coordinación y el rendimiento, por lo que el niño controla mejor sus movimientos. La mayor parte de los componentes del patrón de ejecución maduro están presentes, aunque los movimientos sean ejecutados incorrectamente.
3. *Fase madura*. Hay una integración bien coordinada de los componentes del movimiento. En término de control y calidad, el patrón de ejecución es semejante al del adulto, no así en términos de rendimiento cuantitativo.

Cuando se estudian los movimientos fundamentales se puede comprender que existen varios estadios para cada habilidad específica, pero existen diferencias intra y entre habilidades motoras en los niños.

Las diferencias entre los niños dependen del aprendizaje de la tarea motora, en todos los estadios de su desarrollo. La secuencia es la misma para todos, lo que varía es el grado, que depende de los factores ambientales y genéticos. El momento en que el niño presenta su estado maduro depende de la instrucción, la motivación y la oportunidad de la práctica de la tarea motora.

Las diferencias entre los patrones motores se evidencian en todos los niños: mientras unos se encuentran en el estadio inicial de una determinada habilidad, a

la vez pueden haber alcanzado la total madurez en otra, lo que indica que la evolución del movimiento de las tareas específicas básicas no se realiza en la misma forma en todos los individuos.

Por otra parte, los componentes que conforman el desarrollo de una habilidad determinada también pueden encontrarse en niveles de maduración diferentes. Así, en el patrón del salto los diferentes movimientos que lo componen no tienen igual grado de madurez y la habilidad se ejecuta con mejor precisión en un niño que en otro.

En las diferencias de las habilidades influyen: la imitación incompleta de los movimientos, el éxito que se haya podido tener al realizar una acción incorrecta, el fracaso en la acción final, las oportunidades para el aprendizaje de la tarea y una integración sensorial-motora incompleta, por ello, el juego y las actividades deportivas actúan como propulsores para el perfeccionamiento de las tareas motoras. En la sesiones de Educación Física las formas de movimientos básicos deben ser el eje principal de la formación, iniciándose el entrenamiento de actividades más complejas.

FASES DE DESARROLLO DE LAS HABILIDADES ESPECÍFICAS O DEPORTIVAS

Las habilidades específicas o deportivas son movimientos fundamentales maduros, refinados y combinados entre sí.

Como las habilidades fundamentales o básicas no son específicas y las deportivas sí lo son, el niño deberá lograr con éxito las primeras para poder realizar las segundas. Alrededor de los 6 años, la mayoría ejecuta las habilidades fundamentales de forma madura e inician un proceso de transición para las deportivas. Esto ocurre si existe la oportunidad, motivación y práctica regular.

Existe una barrera de aprovechamiento entre la fase de movimientos fundamentales y la de los específicos, que depende de la existencia de patrones de movimiento ya maduros, los cuales van a ser aplicados en una gran parte de las habilidades generales. Si el patrón de movimiento no es maduro, entonces habrá una afectación negativa en el desarrollo de la capacidad motora.

Después que el niño adquiere el patrón maduro de una habilidad básica, no son muchas las modificaciones que ocurrirán. El refinamiento de una habilidad básica consiste en las variaciones que tendrán lugar para obtener una mejor precisión y control del movimiento, pero permanecerá intacto el patrón básico. Existen modificaciones más profundas que mejoran el rendimiento, lo que da lugar a una optimización de las capacidades motoras condicionales y coordinativas.

Entre las actividades condicionales se señalan la fuerza, resistencia y velocidad; entre las coordinativas están la velocidad de reacción, las capacidades de diferenciación del movimiento, el ritmo, la orientación espacial y el equilibrio.

Todas estas actividades mejoran con la edad y se diferencian entre uno y otro sexos. Al llegar la adolescencia, los varones superan a las hembras en la

conducción del movimiento, lo que resulta en un mayor rendimiento de las tareas motoras, que concuerda con los cambios hormonales y las modificaciones de la composición corporal.

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MOTOR

La observación y valoración del desarrollo motor permite conocer la situación actual del niño en su evolución a lo largo del tiempo y, entre otros aspectos, se pueden detectar los niños con problemas psicomotores, por esta razón existen instrumentos metodológicos para evaluar los patrones de movimiento.

En este sentido se han desarrollado 2 vertientes fundamentales de estudio: una reside en observar el movimiento, sobre todo preocupándose por su proceso, esto es la forma y la función. La otra vertiente se orienta para el estudio del producto del movimiento, es decir, para la capacidad del rendimiento, ocupándose del resultado obtenido.

Existe una relación estrecha entre esas 2 formas de medir, no obstante la evaluación centrada en el producto resulta más fácil de obtener y con una mayor fiabilidad y objetividad. Una gran parte de las pruebas de evaluación motora están basadas en medidas cuantitativas (resultado de la ejecución de una habilidad), más que cualitativas, que sería evaluar la forma en que el niño se mueve.

La mayoría de las pruebas de evaluación no hacen una comparación individual del rendimiento particular, ya que los criterios están basados en los resultados de los rendimientos cronológicos de otros niños.

Entre los instrumentos más comunes para la evaluación se puede citar el *Fundamental Movement Pattern Assessment Instrument (FMPAI)*, concebido para clasificar a los individuos según los estadios inicial, elemental y maduro de los patrones motores fundamentales en 5 habilidades diferentes: lanzar, agarrar, patear, correr y saltar.

Otro de los instrumentos es el *Developmental Sequence of Fundamental Motor Skills Inventory (DSFMSI)*, que traducido significa el inventario de las secuencias de desarrollo de las habilidades motoras y categoriza 10 patrones motores fundamentales, entre ellos: andar, correr, patear, agarrar, lanzar, saltar, etc. Los individuos pueden ser clasificados desde un estadio inicial 1 (inmaduro) hasta un estadio final 5 (maduro).

Existen otros instrumentos, algunos de los cuales se definen para una habilidad específica.

APTITUD FÍSICA

En la definición de la aptitud física hay 2 posiciones: una que es esencialmente pedagógica y otra, psicométrica. De la primera emergen 2 grandes perspectivas de estudio: una se refiere al entrenamiento de capacidades, habilidades,

con una fuerte dependencia genética e implicaciones para la práctica deportiva, es la llamada aptitud física asociada al desempeño (performance).

La otra perspectiva deviene en fuertes preocupaciones con la salud; se estudia con énfasis en la esfera epidemiológica, en educación para la salud y en hábitos de vida activos. Se conoce como aptitud física asociada a la salud.

La definición de aptitud física ha variado a través de los años. A finales de la primera mitad del siglo XX se definió como la capacidad funcional del individuo para cumplir una tarea; en otros términos se toma en consideración en las actividades de corte muscular y también existen definiciones que señalan las condiciones específicas del ambiente.

En la década de los 80 se involucró el término *salud* dentro de la enunciación, de la siguiente forma: "Estado físico de bienestar que permite a las personas realizar sus actividades diarias con vigor y reducir los problemas de salud relacionados con la falta de ejercicio. Proporciona una base de aptitud para la participación en actividades físicas".

El Colegio Americano de Medicina del Deporte considera la aptitud física como la relación íntima entre la cantidad adecuada de ejercicio para desarrollar y mantener una aptitud cardiorrespiratoria, la composición corporal, la fuerza muscular y la resistencia. Esto es ya un término que involucra un complejo de variables, las cuales van a corresponder con protocolos bien definidos.

La aptitud física es un "constructo" hipotético (abstracción), puesto que no es posible de medir de forma directa, pero pretende atribuir coherencia y sentido a algo bien complejo. En este contexto se puede decir que la aptitud física tiene un sentido multidimensional y se pueden analizar algunas de sus facetas o factores. Por tal sentido, a partir de la construcción de pruebas específicas es que se definen los indicadores (que son indirectos), de cada faceta y tratan de proporcionar datos para una interpretación coherente de la multidimensionalidad. Finalmente, por cuestiones económicas se proponen versiones reducidas de esta macroestructura multidimensional, de tal forma que no pierda el poder informativo.

Una de las definiciones que más se utilizan en la aptitud física asociada a la salud es: "Estado caracterizado por una aptitud para realizar actividades físicas con vigor, así como por la demostración de rasgos y características que están íntimamente asociados a un riesgo reducido de desarrollo de dolencias hipocinéticas.

En la tabla 5.1 se trata de expresar de una forma amplia las componentes de los factores de aptitud física asociados a la salud. Se presentan 5 componentes relacionadas con un gran conjunto diferenciado de factores definidos por numerosas variables.

Tabla 5.1. Componentes y factores de la aptitud física asociada a salud (adaptado de Bouchard y Sheppar, 1992)

Componentes	Factores
Componente morfológica	Índice ponderal
	Composición corporal
	Distribución de la grasa subcutánea
	Grasa visceral abdominal
	Densidad ósea
Componente muscular	Flexibilidad
	Potencia
	Fuerza
	Resistencia
Componente motora	Agilidad
	Equilibrio
	Coordinación
	Velocidad de movimiento
Componente cardiorrespiratoria	Capacidad de ejercicios submáximos
	Potencia aerobia máxima
	Función cardiaca
	Función muscular
	Tensión arterial
Componente metabólica	Tolerancia a la glucosa
	Sensibilidad a la insulina
	Metabolismo lipídico y lipoproteico
	Características de oxidación de sustratos

Fuente: Ribero Maia (1996).

Una versión reducida de la macroestructura para la evaluación de la aptitud física aparece en la tabla 5.2, con las mismas componentes de la tabla anterior, y contiene diferentes factores, que constituyen las variables de evaluación. Estas últimas se desarrollan según protocolos técnicos estandarizados.

La aptitud física asociada al desempeño (performance), más concretamente se describe como la capacidad funcional de un individuo para realizar actividad que exijan un empeño muscular, o también la aptitud individual demostrada en competiciones deportivas, sobre todo en la capacidad de realizar trabajo. Esta estructura se mide concretamente de acuerdo con protocolos estandarizados con baterías de pruebas de eficiencia físico-motora.

Tabla 5.2. Estructura reducida de la macrodimensión de la aptitud física (adaptado de Skinner y Oja, 1992)

Componentes	Factores
Aptitud morfológica	Composición corporal
	Robustez ósea
Aptitud músculo-esquelética	Flexibilidad
	Fuerza y resistencia musculares
Aptitud motora	Control postural
Aptitud cardiorrespiratoria	Potencia aerobia máxima
	Capacidad cardiorrespiratoria submáxima
Aptitud metabólica	Metabolismo de los hidratos de carbono
	Metabolismo lipídico

Fuente: Ribero Maia (1996).

En la tabla 5.3 se muestra una adaptación de la propuesta operativa de la batería FACDEX, modificada por el EUROFIT.

Tabla 5.3. Estructura operativa de la batería de pruebas FACDEX

Componentes	Pruebas
Resistencia	Corrida de 12 min
Flexibilidad	Sentar y alcanzar
Fuerza	Arremetida de un peso de 2 kg
- Superior	Lanzamiento de la bola de Hockey
- Media	Dinamometría manual
- Inferior	Sentarse e incorporarse (en 60 s)
	Salto en longitud sin carrera preparatoria
Velocidad	Carrera de 50 m
Coordinación/agilidad	Carrera de ida y vuelta 10 x 5 m

Fuente: Ribero Maia (1996).

Evaluación referida a una norma. La idea principal de la evaluación de la aptitud física referida a una norma pretende, en primer lugar, elaborar un conjunto de valores de referencia que caracterizan a un estrato determinado de la población. En su versión operativa, se trata de la obtención de valores percentilares para poder trazar un perfil multidimensional de aptitud de un determinado sujeto, además de ubicarlo en el grupo que corresponde.

La salida del estudio normativo es la construcción de tablas de conversión, de forma tal que un valor obtenido por un sujeto en una prueba pueda ser interpretado en términos de su localización relativa y la frecuencia en la distribución total.

En el contexto de la evaluación de la aptitud física es preciso esclarecer los conceptos de norma y percentil. La norma, en el concepto de medición y evaluación, denota la idea de la media del performance de un grupo. En un sentido amplio las normas se refieren a la disponibilidad de la información relativa a las medias, desviaciones y percentiles de performances distintas de un grupo de contraste o de referencia. El percentil es una medida de posición relativa de un valor en su distribución, con respecto a la variable de aptitud física que se tome en consideración.

Las baterías de pruebas normativas de aptitud física más utilizadas son las de AAHPERD en las 2 versiones asociadas al desempeño (performance) y a la salud. En el año 1989 se presentó otra versión de estas tablas para la población de 5 a 18 años, proporcionando otra definición de aptitud física como:

- Estado de bienestar físico que permite a las personas:
  - Realizar actividades diarias con vigor.
  - Reducir el riesgo de problemas de salud asociados a la ausencia de ejercicios.
  - Establecer una base de aptitud para permitir la participación en una variedad de actividades físicas.

Esta batería fue sustituida a partir de 1993 por la llamada FITNESSGRAM, que parte de una perspectiva diferente.

Validez y fiabilidad. La idea de esclarecer todas las decisiones de la evaluación normativa se basa en los conceptos de validez y fiabilidad.

La validez ha sido objeto de múltiples reflexiones, aunque hay 2 interpretaciones convergentes, la funcional y la explicatoria.

La interpretación funcional es más simple y parte de la noción de que una prueba es válida si puede medir aquello que se propone medir. Por otra parte, la interpretación explicatoria evidencia la noción de conjetura o hipótesis; esto significa que jamás ninguna prueba evidenciará una validez universal, sino que lo que se pretende validar son las interpretaciones que emergen de la aplicación de cualquier prueba y que abren camino a conjeturas distintas y alternativas en la explicación del valor obtenido.

El cálculo más simple de la validez se obtiene a través del coeficiente de correlación de Pearson; pero hay una ausencia de estudios profundos para el dominio de la validez concurrente de numerosas pruebas de aptitud física.

El estudio de la fiabilidad se centra en la identificación y el análisis de las fuentes de error de cualquier medición. Tiene formas diferentes de expresión: univariada o multivariada, absoluta o relativa, en términos medios e individuales.

Un carácter delicado de este tipo de estudio se refiere al análisis de los errores de medición controlados que son, previamente, las principales fuentes de contaminación del performance de cada sujeto. Entre los métodos de cálculo empleados se puede señalar el coeficiente de correlación intraclase (R) para medir la fiabilidad absoluta y expresa la noción de que en dos momentos de medición (prueba y su réplica) los sujetos tienden a mantener su posición relativa en su grupo.

Hay dos aspectos a determinar acerca de la fiabilidad de una prueba de aptitud: uno es la obtención de resultados similares inmediatos de la medida y su réplica, llamado objetividad de la prueba. El otro ítem se refiere a los resultados análogos después de una repetición espaciada en el tiempo (a la semana, mes, etc.) que recibe el nombre de estabilidad. En ambos casos la interpretación final debe estar avalada por puntos de corte que definan la aceptación de los valores de la prueba, en correspondencia con la persistencia de la respuesta en los dos momentos de medición.

En términos más generales, la fiabilidad pretende identificar la variación ocurrida en la magnitud del valor de cada sujeto para una prueba determinada. La solución del problema se puede encontrar a través del análisis de varianza de medidas repetidas o un análisis de varianza mixto. Mediante estos procedimientos estadísticos se pueden interpretar diferentes factores que influyen en las pruebas de aptitud física, principalmente en lo concerniente a la eventualidad del efecto de aprendizaje, así como identificar la estabilidad de las capacidades evaluadas en un intervalo de tiempo.

En todos los procedimientos que instrumentan una prueba de aptitud física pueden encontrarse problemas de interpretación. A tenor del promedio, la normalidad no puede verse como un punto, sino que realmente hay presente una variabilidad, que comúnmente puede enmarcarse entre el 10 y el 90 % de la distribución de referencia. En el contexto biológico la idea de la norma está mejor representada por noción de varianza y por parte conviene referir que la condición de apto está realmente constituida por un perfil multidimensional. Por lo tanto, dos individuos que se consideren aptos pueden presentar perfiles diferentes en las pruebas de aptitud, estando en un mismo rango de clasificación por efecto de la variabilidad individual.

A pesar de la utilidad que puede tener una evaluación referida a la norma en la identificación de la excelencia de la performance motora, el posicionamiento de un sujeto según las tablas locales y otras, así como en la evaluación de los programas, la mayor debilidad es la respuesta a la pregunta de cómo la eficiencia física es suficientemente eficiente.

En un sentido muy relacionado, se pueden discutir las ideas, los principios y los procedimientos de la evaluación referida a un criterio. Una prueba referida al criterio es aquella que fue construida deliberadamente para producir una medida que será interpretada en término de un patrón determinado de performance.

Los patrones de performance se especifican a partir de la definición del dominio de tareas que deben ser realizadas por un individuo. Los procedimientos se establecen en muestras representativas de las tareas.

Cuando se hace una evaluación referida al criterio, se establecen también tablas de referencia, pero a diferencia de la evaluación normativa, los valores solo sirven para valorar a los sujetos en términos de alcance de una meta perfectamente definida, para la cual se delimitan puntos de corte, también llamados valores barrera. Aquí cabe la salvedad de señalar que las pruebas de eficiencia física son específicas para salud o desempeño. Existen diferentes baterías de pruebas referidas al criterio, para realizar la evaluación individual de cada sujeto.

Al igual que la evaluación normativa, es necesario saber la extensión de los errores (fiabilidad). Pero en el contexto de la evaluación debida a criterio, el problema central es establecer la precisión de las decisiones. Para esto se utilizan 3 procedimientos:

1. Proporción de acuerdos (basada en tablas de contingencias).
2. Prueba de Kappa.
3. Análisis de las equivalencias entre las pruebas de eficiencia.

En estas pruebas de criterios también es necesario analizar el problema de la validez. Para esto se identifican 2 categorías, una es la validez referida al dominio de la prueba que su sujeto consigue realizar, basado en los presupuestos de verdad y valor. La otra es indicativa de la precisión de la decisión, que pretende clasificar de la forma más inequívoca dos grupos de sujetos en dos categorías: competentes y no competentes. Las estimaciones se obtienen mediante análisis estadísticos y de interpretación de los expertos.

Al final de estas consideraciones se observan limitaciones en el abordaje de la aptitud física, según las diferentes maneras aquí discutidas. Una de estas es el juicio subjetivo que involucran los puntos de corte, ya que estos dependen del enfoque del experto y del conocimiento disponible, por lo tanto, puede haber discrepancia entre los valores barrera o puntos de corte entre las diferentes baterías empleadas para evaluar la aptitud física, por ello es necesario hacer un estudio detallado de los instrumentos de evaluación que van a emplearse, aspecto este que aún no se completa en la literatura internacional.

DESEMPEÑO MOTOR DURANTE EL CRECIMIENTO

Los años preescolares se caracterizan por una maduración neuromuscular gradual y el desarrollo de una variedad de patrones de movimiento fundamentales. Las habilidades motoras fundamentales se desarrollan en la mayoría de los niños hacia los 6 y 7 años. Los patrones de movimientos naturales se refinan a través de la práctica y la instrucción; la calidad y cantidad del performance mejoran a cada edad, por lo que se integran en actividades más complejas, tales como los juegos y el deporte.

Hay una variedad de tareas motoras que involucran la fuerza muscular, por lo que esta característica es un componente importante del desempeño.

La fortaleza es la expresión de la fuerza muscular o la capacidad del individuo de desarrollar una tensión contra una resistencia externa y puede ser estática o isométrica, explosiva, dinámica y de resistencia. Estos tipos aparecen reflejados en diferentes habilidades motoras, como agarrar, tirar, empujar, saltar, subir, flexionar, entre otras.

Por esta razón las pruebas para evaluar fortaleza y performance se solapan. Las pruebas del performance, que incorporan habilidades motoras fundamentales, exigen la combinación de fortaleza y control muscular, por ejemplo, las tareas de salto demandan coordinación motora y potencia muscular; las de corrida

necesitan la coordinación de movimiento del cuerpo desde el principio hasta el final; las carreras de relevo requieren indicadores de agilidad y habilidad para los cambios de dirección.

Las pruebas de balance y flexibilidad se incorporan también a las baterías del performance motor. El balance es esencial para el mantenimiento estático, como cuando se curva un brazo y también para el dinámico, durante el movimiento, como al caminar. La flexibilidad está en el rango de movimiento de diferentes segmentos en varias articulaciones del cuerpo y por lo tanto hay varias pruebas que la miden, en dependencia de la región del cuerpo tomada en consideración.

La información acerca del nivel de fortaleza y performance motora alcanzado varía durante el crecimiento; hay mucha variabilidad intraindividual, sobre todo en los niños pequeños. En la figura 5.2 se observan las variaciones del nivel de esfuerzo en diferentes tareas motoras en niños preescolares y escolares de cada sexo.

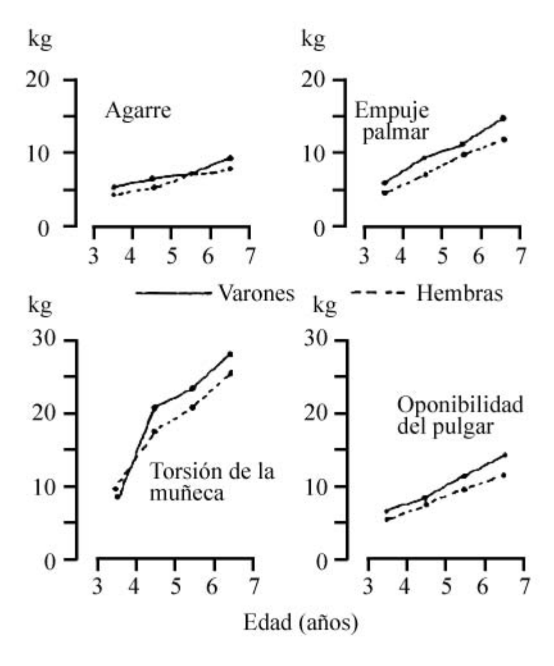


Fig. 5.2. Niveles de fortaleza de varias tareas motoras en niños de 3 a 6 años.
Fuente: Malina y Bouchard (1991).

Los datos representados proceden de los resultados de pruebas de esfuerzo manual: agarre, empuje palmar, torsión de la muñeca y oponibilidad del pulgar. Se aprecia claramente que el nivel de eficiencia de estas tareas aumenta durante el crecimiento y aparentemente la capacidad para torcer la muñeca se incrementa más rápido que las otras 3 habilidades. Las diferencias sexuales son pequeñas, aunque los varones tienden a tener mayor eficiencia que las hembras en las diferentes edades reflejadas.

El desempeño motor va mejorando en la niñez en otras tareas, pero las diferencias sexuales son pequeñas y consistentes a favor de los varones en las carreras, saltos y tirada de objetos (Fig. 5.3).

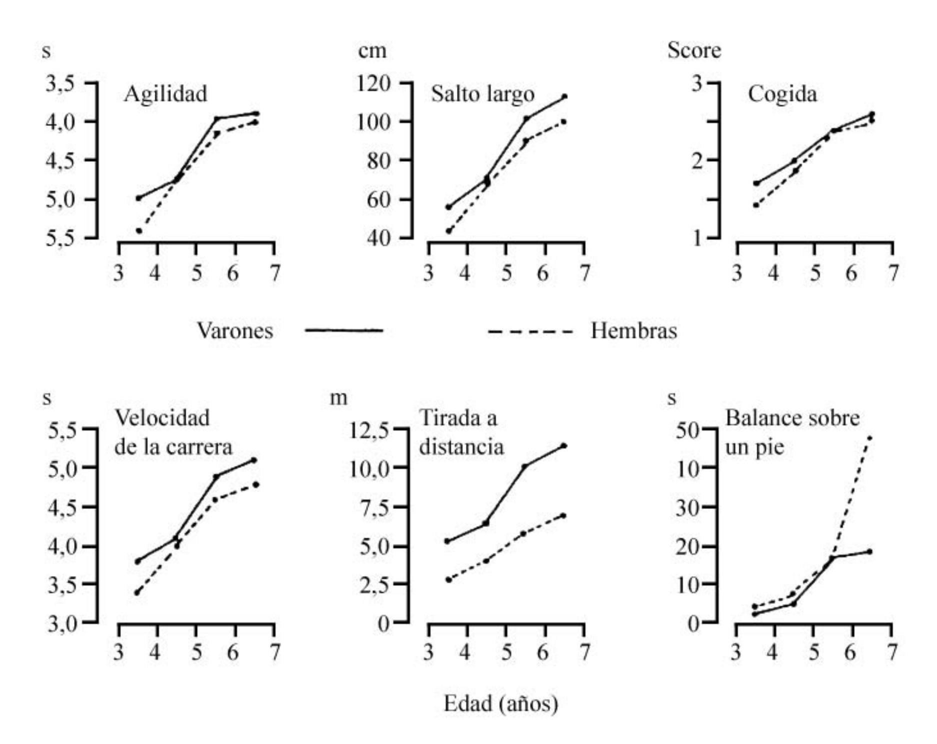


Fig. 5.3. Niveles de desempeño motor de varias tareas en niños de 3 a 6 años.
Fuente: Malina y Bouchard (1991).

La figura muestra que las niñas tienen mayor desempeño en las pruebas de balance y los varones son mejores en las tareas que requieren potencia y velocidad.

En general, las diferencias entre hembras y varones son relativamente pequeñas, hay mucho solapamiento entre ellos. Esto probablemente refleja un contraste entre las expectativas para cada sexo que se tienen en esas edades de la infancia, en el desarrollo de esas habilidades.

La fortaleza y el desempeño motor van aumentando durante la infancia media y la adolescencia, pero la mejoría no es uniforme para las distintas tareas.

En la figura 5.4 se muestra el incremento de la eficiencia en la fuerza de agarre de las manos entre los 6 y 18 años.

El agarre manual es una medida que refleja la fuerza estática; esta se incrementa de la infancia a la adolescencia, reflejando el impulso del brote de crecimiento en hembras y varones, pero no con la misma intensidad, que es siempre mayor en el sexo masculino.

En la figura 5.5 se ejemplifica la evolución de habilidad del salto, en la modalidad de salto largo sin impulso durante la infancia media y adolescencia.

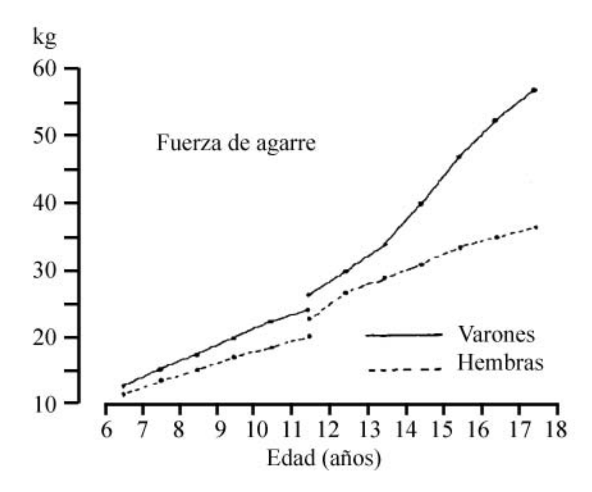


Fig. 5.4. Desempeño del agarre manual entre 6 y 18 años.
Fuente: Malina y Bouchard (1991).

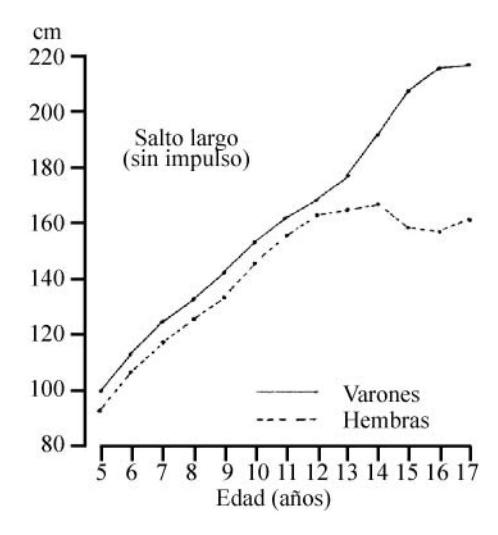


Fig. 5.5. Desarrollo del salto largo entre 5 y 17 años.
Fuente: Malina y Bouchard (1991).

La eficiencia de esta tarea motora tiende a incrementarse linealmente con la edad en los dos sexos, hasta aproximadamente el comienzo de la adolescencia; después el aumento es muy alto en los varones, correspondiendo con el brote de crecimiento de la adolescencia. En las hembras parece haber un *plateau* o meseta, con una posterior disminución del desempeño.

Los cambios en la eficiencia de la carrera se pueden observar en niños y adolescentes (Fig. 5.6), a través de la medición de la velocidad de la corrida.

La tendencia hacia una diferencia por sexos en la velocidad de la corrida se observa a partir de los 5 años; los sexos se van separando paulatinamente,

distinguiéndose particularmente durante el brote de crecimiento adolescente, donde los varones superan ampliamente a la muchachas. La tendencia observada en estas últimas es a describir una parábola, con una eficiencia en el indicador, que prácticamente parece ser más estable al final del período.

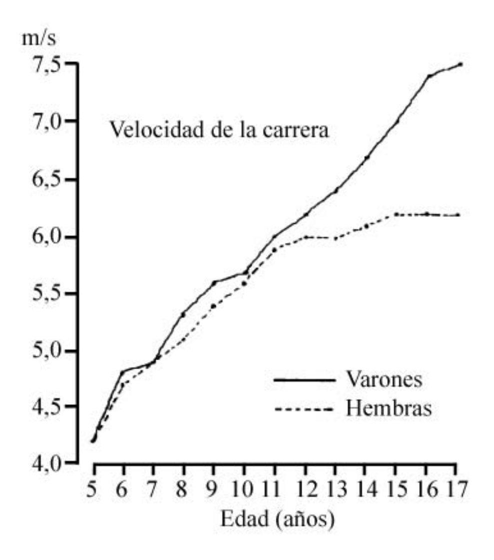


Fig. 5.6. Desempeño de la velocidad de la carrera entre 5 y 17 años.
Fuente: Malina y Bouchard (1991).

Otra medida importante de la habilidad motora es la capacidad de tirar o lanzar un objeto a distancia. En la figura 5.7 se representa el desempeño de esta habilidad en la práctica de softball entre 6 y 17 años.

El desempeño en la tirada a distancia se incrementa casi linealmente con la edad y es marcadamente superior en los varones. La diferencia sexual en esta habilidad se manifiesta mejor que en otras y se amplía en la adolescencia.

Existen otras habilidades cuyo desempeño es mayor en el sexo femenino, como, por ejemplo, en la flexibilidad. En la figura 5.8 se proporciona un estimado de la flexibilidad a través de la prueba de *sit and reach* (sentarse y alcanzar).

Esta prueba mide la flexibilidad de la parte póstero-inferior del cuerpo, cadera y muslo. Las puntuaciones promedio se mantienen relativamente estables en los varones entre 5 y 8 años, para declinar posteriormente con la edad y luego incrementarse en la adolescencia. En las niñas la flexibilidad se acrecienta en la infancia media y se eleva más en la pubertad; en la comparación entre sexos las hembras superan a los varones durante todo el crecimiento, distinguiéndose más en la adolescencia. Estos eventos en el sexo femenino coinciden con el brote de crecimiento de la altura del tronco y los huesos largos de las extremidades superiores.

En los varones, la caída de la curva se asocia con el pico máximo de crecimiento de la longitud de las piernas y el aumento posterior con los de la longitud del tronco y extremidades superiores. En todo este cambio parecen influir aquellos relacionados con las articulaciones durante la adolescencia.

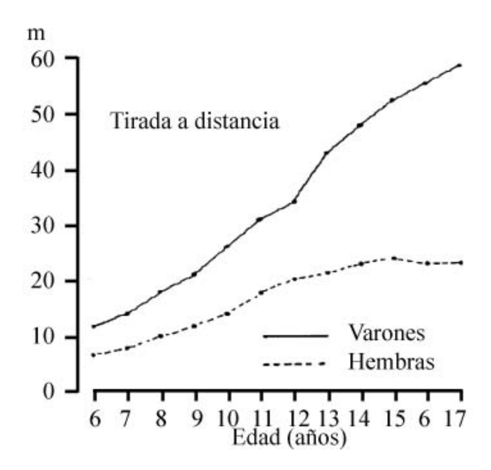


Fig. 5.7. Desempeño de la tirada a distancia en softball entre 6 y 17 años.
Fuente: Malina y Bouchard (1991).

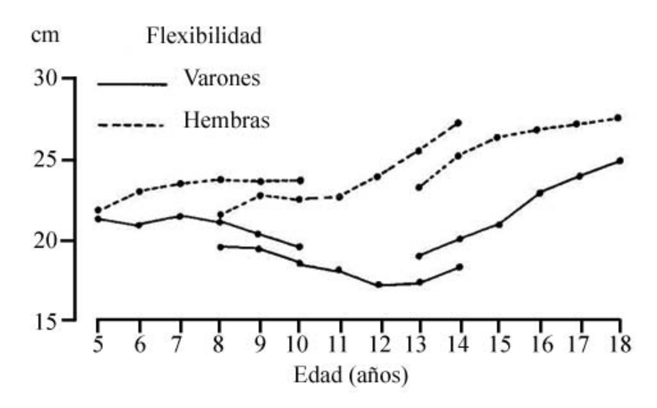


Fig. 5.8. Flexibilidad promedio de las regiones posterior e inferior del cuerpo entre 5 y 18 años.
Fuente: Malina y Bouchard (1991).

Otra capacidad importante es la que miden las pruebas de balance, entre estas se pueden señalar las obtenidas con la viga de equilibrio. El desempeño de la capacidad de balance del cuerpo mejora con la edad, aunque se dice que las niñas tienen mayor desempeño de esta habilidad durante la niñez y que en la adolescencia, al igual que los varones, llegan a una meseta.

Algunos trabajos sugieren que durante la adolescencia hay una etapa de torpeza, relacionada con poco desempeño del balance, que generalmente es atribuida a las diferencias del tiempo en que aparecen los picos de crecimiento de la masa muscular y las extremidades inferiores. Otras opiniones involucran problemas de balance, agilidad y coordinación, pero existen criterios controversiales.

Aspectos generales sobre el desempeño motor. La infancia media parece ser un período de transición del desarrollo de la fuerza y el desempeño motor. Los patrones de movimientos básicos alcanzan la madurez en este período,

aunque existe una amplia variabilidad entre los niños. Algunas habilidades motoras muestran un considerable incremento durante este período (velocidad en la carrera), mientras en otras hay un incremento paulatino (salto, lanzamiento, fuerza). La resistencia muscular parece aumentar paso a paso en los niños, pero no en las hembras.

En el promedio, la performance motora en las hembras alcanza una meseta y declina durante la adolescencia, mientras que la fuerza se incrementa lentamente con la edad en este período; no obstante, existen datos que indican un ligero incremento del desempeño femenino durante la adolescencia. En contraste, los varones generalmente acrecientan la fuerza y la performance motora durante la pubertad, por lo que existen diferencias sexuales significativas.

El tamaño, el físico y la composición del cuerpo son factores muy importantes que afectan el desempeño motor y la fuerza. Durante el crecimiento la relación de la estatura y el peso con diferentes tareas motoras es baja; a mayor peso corporal menor capacidad para el salto y la carrera, pero mayor para el lanzamiento de objetos. La asociación de esas dimensiones físicas con tareas que involucran la fuerza son mejores, así los niños más grandes tienden a ser más fuertes.

Durante la niñez la masa muscular se asocia positivamente con las tareas de la fuerza y el desempeño motor, mientras que los tejidos grasos tienen un efecto negativo, sobre todo cuando se requiere del movimiento del cuerpo entero. Debido a la relación existente entre estos componentes, es de esperar las diferencias sexuales en cuanto a la fuerza, a favor de los varones.

La variación individual en el tiempo, momento, duración e intensidad del brote de crecimiento de la adolescencia aporta otra perspectiva en la asociación de la composición corporal y el performance. Las asociaciones entre la estatura y el peso con el desempeño motor durante la adolescencia son generalmente bajas. La edad, la estatura y el peso explican solo una pequeña parte de la variación, puesto que el papel de la maduración biológica es el aspecto más importante para el período, aunque hay otros factores sociales y motivacionales que están también involucrados.

La asociación de la estatura y el peso con la fuerza es más importante que con el desempeño motor en la adolescencia. La mayor correlación en los varones ocurre durante el brote de crecimiento, no así en las muchachas, debido probablemente a la ganancia en grasa corporal durante el período, además de otros factores biológicos y sociales. Existen cambios de interés, actitudes y motivación hacia la práctica de la actividad física durante la adolescencia que pueden contribuir en la diferencia entre los sexos.

Las diferencias en fuerza y performance durante la adolescencia reflejan, en parte, el dimorfismo sexual en tamaño y composición corporal. La mayor adiposidad en las hembras y el desarrollo magro incrementado en los varones ejercen un efecto opuesto sobre el performance. La adiposidad aumentada tiene una consecuencia negativa sobre las tareas motoras, mientras que una masa magra acrecentada proporciona un resultado positivo. Por otra parte, los varones

adolescentes tienden a tener mayor fuerza por unidad de tamaño corporal, especialmente en las extremidades superiores y el tronco que las muchachas, porque ganan más en musculatura del brazo durante el período.

La relación entre las características físicas, la fuerza y el desempeño de tareas motoras puede ser influenciada por factores adicionales como la oportunidad para la instrucción y práctica, entrenamiento y otras variables ambientales.

En este punto se debe resaltar también el papel de la "treinabilidad"en los niños. Se refiere a la respuesta individual ante el estímulo del entrenamiento, la cual está relacionada también con el concepto de período sensible. A menudo se sugiere que los sujetos jóvenes son más susceptibles de los efectos beneficiosos del entrenamiento durante los períodos de crecimiento rápido, como la adolescencia. Este fenómeno se ha ejemplificado con la influencia de un programa de entrenamiento para el desarrollo de la fuerza muscular y la potencia aeróbica, pero también se aplica al desarrollo de las habilidades motoras.

La baja a moderada estabilidad obtenida en las pruebas motoras a través de la infancia y la adolescencia dificulta predecir el performance en edades más tardías. Finalmente se puede plantear también que hay un componente genotípico significativo de la fuerza y el performance que se debe tener en consideración al discutir la multidimensionalidad de las asociaciones.

CAPÍTULO 6

MADURACIÓN BIOLÓGICA

Se entiende por maduración el proceso de adquisiciones progresivas de nuevas funciones y características, que se inicia con la concepción y finaliza cuando el individuo alcanza el estado adulto.

La maduración biológica difiere, de una forma fundamental, de cualquier medida del crecimiento. Cada niño completa este ciclo al alcanzar un punto terminal que caracteriza el estado final de la maduración.

La maduración se mide por la aparición de funciones nuevas (caminar, hablar, sostener la cabeza) o de eventos (brote de un diente, primera menstruación, nuevos puntos de osificación), que no ocurren por igual en todos los individuos. Existe una variación normal en la velocidad con que los niños maduran.

Evaluar los estados de maduración constituye un criterio más realista que la edad cronológica para clasificar el estado de crecimiento de niños y jóvenes.

Estado de madurez biológica. La maduración se refiere a las alteraciones sucesivas en los diferentes tejidos y órganos, hasta alcanzar un estado superior o forma final. La maduración implica especialización y diferenciación de las células.

El concepto de maduración está íntimamente asociado a las nociones de edad cronológica y edad biológica, porque individuos de una misma edad pueden haber alcanzado diferentes niveles de maduración y ser disímiles en tamaño, peso y otras dimensiones, de manera que pueden representar ser más jóvenes o más viejos, según si están atrasados o adelantados en su crecimiento y desarrollo.

El proceso de crecimiento (hiperplasia, hipertrofia y aumento de material celular), a pesar de estar asociado a la maduración biológica, se encuentra muchas veces desfasado cronológicamente y se habla de una variación biológica.

Cada sujeto posee como un reloj biológico interno (controlado por los genes), que regula el "progreso" de cada órgano y sistema en dirección a su estado adulto; esto puede variar de un individuo a otro.

Hay variación en nivel, que se refiere al estado de madurez de un sujeto en cualquier punto del tiempo. Por otra parte, existe variación en tiempo, que se refiere al progreso de la maduración (razón maduración/tiempo en un sentido cronológico).

En el contexto concreto se puede ejemplificar la variación de la siguiente forma, dentro de un determinado grupo de edad, algunos niños evidenciarán un avance en la maduración relativamente a otros, que estarán atrasados, por ejemplo:

Sujeto # 1	Edad cronológica = 10 años	Edad biológica = 12 años
Sujeto # 2	Edad cronológica = 10 años	Edad biológica = 9 años

Las definiciones y medidas de la maduración dependen del sistema biológico utilizado, de manera que existen diferentes indicadores para su evaluación.

Sistemas de evaluación del estado de madurez:

1. Evaluación de la maduración esquelética.
2. Evaluación por los caracteres sexuales secundarios.
3. Evaluación de la maduración somática.
4. Evaluación de la maduración dentaria.
5. Evaluación psicomotora.

EVALUACIÓN DE LA MADURACIÓN ESQUELÉTICA

La evaluación del estado de madurez ha sido efectuada, con mayor propiedad y frecuencia, a partir del conocimiento de la maduración esquelética. El esqueleto es un indicador excelente de la maduración, debido a que es más extensivo durante todo el crecimiento.

Del cartílago al hueso adulto se conocen los procesos de maduración, que son las etapas sucesivas de crecimiento y desarrollo óseo. La razón progreso/ tiempo, desde el cartílago hasta la formación inicial del hueso, en la forma del hueso y en la morfología del adulto varía en los huesos de un mismo individuo y entre sujetos.

La evaluación del progreso esquelético puede ser monitorizada a partir del recurso de la técnica de rayos X. Los huesos de la mano y la muñeca son referencias fundamentales para la evaluación. Estos son tomados más frecuentemente como representantes de todo el esqueleto, pero hay otras áreas del cuerpo que se han utilizado para la evaluación, como la rodilla, la articulación tibia-peroné y el pie.

INDICADORES DE LA MADURACIÓN ESQUELÉTICA

Las alteraciones en la morfología de cada hueso, de sus estadios iniciales a los terminales (adulto) son prácticamente uniformes y proporcionan una base excelente para la evaluación de la maduración esquelética.

La evaluación del estado de maduración de un hueso está referenciada por los indicadores de maduración, que son los acontecimientos específicos de los huesos, los cuales ocurren de forma regular e irreversible y pueden ser observados por los rayos X. Estos se definen por tres aspectos:

1. *Apariencia de los centros óseos.* Indican la sustitución del cartílago por tejido óseo.

2. *Definición y caracterización.* Definición y caracterización de cada hueso a través de la diferenciación gradual de su forma, cuando se aproxima al estado adulto, por ejemplo:
   - *Huesos largos*. Alteraciones en la forma de las epífisis y las diáfisis.
   - *Huesos cortos.* Alteraciones de la forma (aumento de la anchura de los huesos del carpo).
3. *Unión o fusión de las epífisis.* Unión o fusión de las epífisis con la diáfisis (en los huesos del metacarpo, falanges, etc.).

MÉTODOS DE EVALUACIÓN

Los métodos para evaluar la madurez esquelética son muy semejantes en principio y consisten en la comparación de una radiografía de un niño, considerando determinados criterios, aunque no son equivalentes entre sí. En algunos se construyen escalas de maduración, a las cuales se les asigna una edad esquelética; en otros se realiza un juicio sobre el nivel de maduración. Existen 2 métodos fundamentales, entre otros, para la evaluación de la madurez esquelética: el método de Greulich-Pyle y el de Tanner-Whitehouse.

Método de Greulich-Pyle. Fue desarrollado fundamentalmente a partir del trabajo de Todd en 1937, sobre la base de una muestra de niños americanos (caucasoides), del área de Cleveland, Ohio, evaluados entre 1931 y 1942. Es un método inspeccional, porque se compara la radiografía del sujeto con una radiografía estándar o patrón, por lo que comúnmente recibe el nombre de método del atlas. Consiste en el análisis del desarrollo operado en la mano y la muñeca. Tiene una desventaja fundamental y es que está muy afectado por el criterio del observador (Fig. 6.1).

Método de Tanner-Whitehouse. Se desarrolló a partir de una muestra de niños ingleses, tomada entre 1946 y 1972. Se ha designado también como método de abordaje específico de cada hueso, que incluye la mano (huesos del carpo, metacarpianos, falanges) y la muñeca (cúbito, radio). Se basa en la evaluación y comparación de 20 huesos individuales sobre una radiografía, a partir de criterios para cada uno de los estadios por el que el hueso tiene que pasar para llegar a la etapa adulta.

A cada estadio se le otorga una puntuación específica (Fig. 6.2). La sumatoria de todas las puntuaciones de cada hueso proporciona la edad esquelética, que se obtiene mediante un ajuste matemático, el cual puede ser probítico o con la regresión logística. Es mucho más objetivo porque lleva menos error del observador.

EDAD ESQUELÉTICA O EDAD ÓSEA

Todos los métodos de determinación de la madurez esquelética proporcionan propiamente la edad ósea, que indica el nivel de maduración alcanzado por el niño a determinada edad cronológica, de acuerdo con una referencia. Dicho de otro modo, la edad ósea o esquelética estima el nivel de madurez alcanzado por un niño en un punto en el tiempo, relativo a datos de referencia de una población sana.



Fig. 6.1. Radiografía de la mano y muñeca por el método de Greulich y Pyle.
Fuente: Tanner (1962).

En el siguiente ejemplo se pueden comparar las edades esqueléticas de 2 niños con respecto a la referencia para su sexo:

Edad cronológica (sujeto A) = 10,5 Edad esquelética = 12,3
Edad cronológica (sujeto B) = 10,5 Edad esquelética = 9,0

Edad (sujeto A) = 12,3 - 10,5 = + 1,8 años Adelantada
Edad (sujeto B) = 9,0 - 10,5 = - 1,5 años Atrasada

En el ejemplo se puede comprobar que aun teniendo una misma edad cronológica, algunos individuos se adelantan o se atrasan en su madurez.

Del estudio de la maduración ósea se ha podido determinar una serie de tendencias del desarrollo:

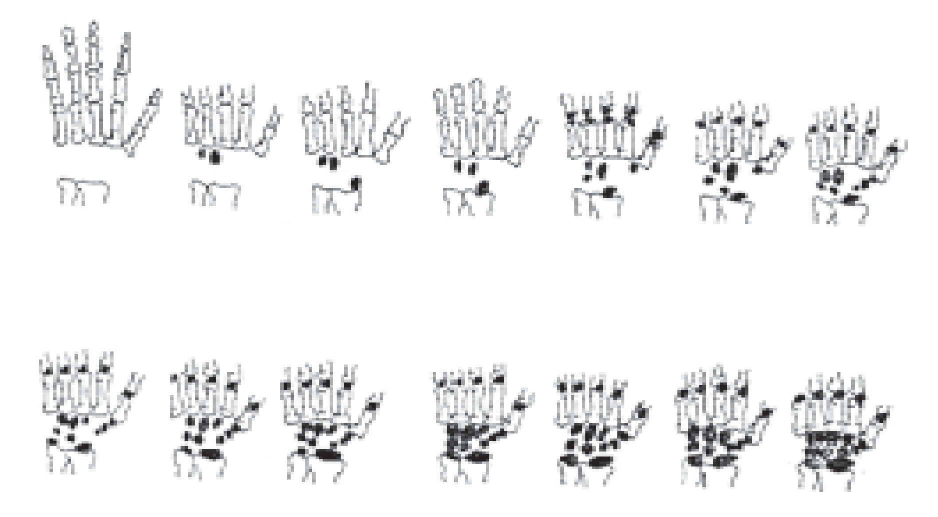


Fig. 6.2. Puntos de osificación del método de Tanner-Whitehouse.
Fuente: Pérez (1987).

- Los huesos de las hembras se osifican antes que los de los varones.
- Los dos hemicuerpos maduran y se desarrollan de una forma simétrica.
- El componente genético adquiere gran importancia para la maduración ósea.

Con independencia de estas comprobaciones, los indicadores de la maduración ósea tienen 2 objetivos importantes:

- Establecer el estado actual de maduración del niño.
- Detectar los casos patológicos y los momentos problemáticos de la maduración ósea de los individuos.

Hay varias alternativas surgidas de diferentes estudios, que indican la variación biológica de los estados de maduración:

- El niño promedio en su maduración esquelética, que seguirá lo establecido para el promedio del grupo en sus dimensiones físicas.
- Niños con una maduración ósea temprana, pueden ser altos en la niñez, pero no en el estado adulto.
- Niños con una maduración ósea temprana, que serán altos en el estado adulto.
- Niños con una maduración ósea tardía, bajos durante la niñez, que no serán de estatura particularmente baja en la edad adulta.
- Niños con una maduración ósea tardía, bajos en la niñez, que por razones genéticas serán de baja estatura en la adultez.

EVALUACIÓN DE LA MADURACIÓN SEXUAL

El brote de crecimiento de la adolescencia en dimensiones esqueléticas y musculares está relacionado con el desarrollo enorme del sistema reproductivo

en esa etapa. En la figura 6.3 se representa el peso alcanzado por los diferentes órganos de la reproducción desde el nacimiento hasta los 20 años. Se observa el crecimiento de los ovarios, el útero, los testículos y la próstata.

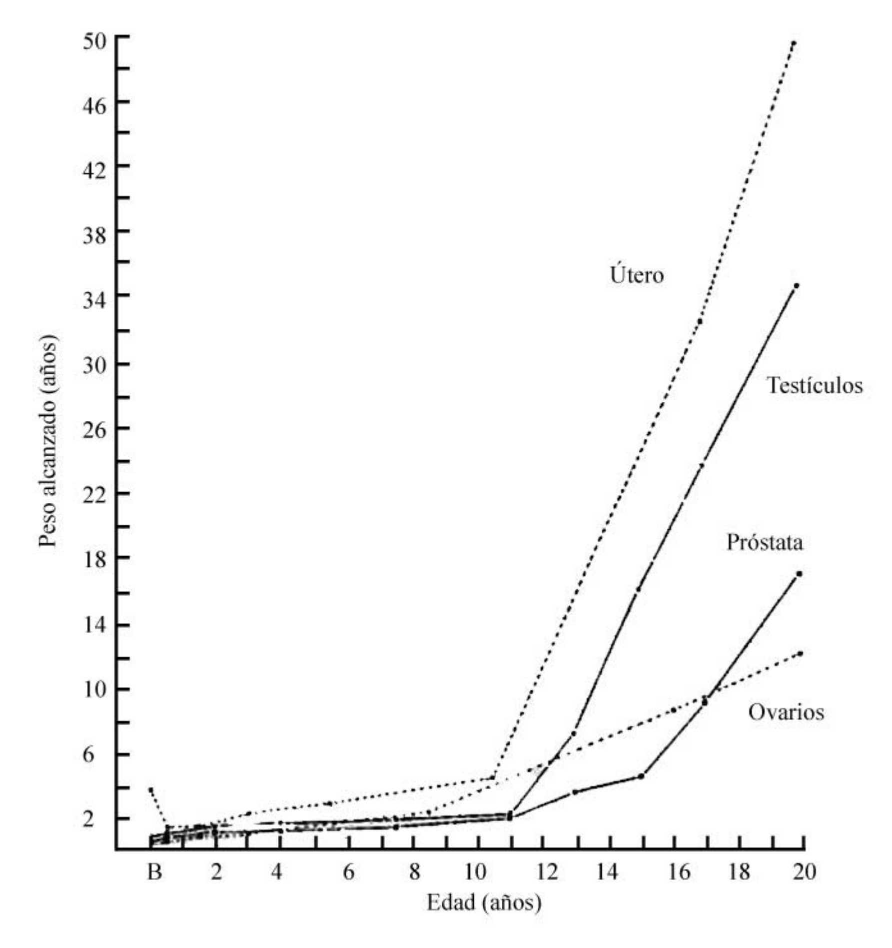


Figura. 6.3. Desarrollo del sistema reproductor.
Fuente: Tanner (1962).

El incremento del tamaño de estos órganos es inducido por todas las hormonas sexuales. El desarrollo de las características sexuales secundarias constituye un reflejo externo de estas alteraciones hormonales.

La evaluación de la madurez sexual está basada en el desarrollo de las características sexuales secundarias:

Hembras	*Varones*
- Desarrollo de las mamas.	- Desarrollo del pene y los testículos.
- Pilosidad púbica.	- Pilosidad púbica.
- Edad de la menarquia.	

El empleo de las características sexuales secundarias, como indicadores de la maduración biológica y progreso, está limitado a la fase de la pubertad. Esta es su limitante fundamental.

Características sexuales secundarias

Por lo general, el desarrollo de las características sexuales secundarias se resume en una escala de 5 estadios para cada una. Los criterios más utilizados son:

- Pilosidad púbica.
- Desarrollo de la mama.
- Maduración genital.

La atribución de los estadios de maduración sexual se efectúa a partir de la inspección visual directa y está sometida al criterio particular del observador, por lo que éste debe estar bien entrenado en el ejercicio de la técnica. Puede realizarse a partir de fotografías con el sujeto desnudo. Los diferentes criterios muestran estadios con las tendencias generales siguientes:

- Estadio 1. Indica un estadio prepuberal de desarrollo (ausencia de desarrollo de cada característica), por ejemplo, genital (masculino) aproximadamente del mismo tamaño de la infancia.
- Estadio 2. Índice o inicio del desarrollo de cada característica, por ejemplo, elevación de la mama en las niñas, aumento de los genitales en los varones y aparición inicial de la pilosidad púbica.
- Estadios 3 y 4. Indican la continuidad de la maduración de cada característica y son un poco más difíciles de evaluar.
- Estadio 5. Indica el estado adulto para el desarrollo de cada característica.

En la figura 6.4 aparecen los estadios de desarrollo mamario. En el primero se señala solamente la elevación de la papila, lo que indica que aún no ha comenzado el desarrollo. El segundo nivel es el llamado estadio del botón, donde se manifiesta la elevación de la mama y la papila como un pequeño montículo y ampliación del diámetro de la aureola. El tercer estadio continúa la ampliación y elevación de la mama y la aureola, sin separación de sus contornos. En el cuarto se produce la proyección de la aureola y la papila, para formar un montículo secundario por encima del nivel de la mama. El quinto indica el estado maduro, con la proyección solamente de la papila, debido a la recesión de la aureola al contorno general de la mama.

Existen algunas variaciones en la tendencia de estas características. El estadio 4 del desarrollo del montículo alveolar no siempre ocurre en todas las niñas, ya que está ausente en aproximadamente un cuarto de ellas y en otras aparece ligeramente. Por otra parte, este montículo alveolar puede persistir también en la adultez, lo que indica que en muchos casos las muchachas no pasan al estadio 5.

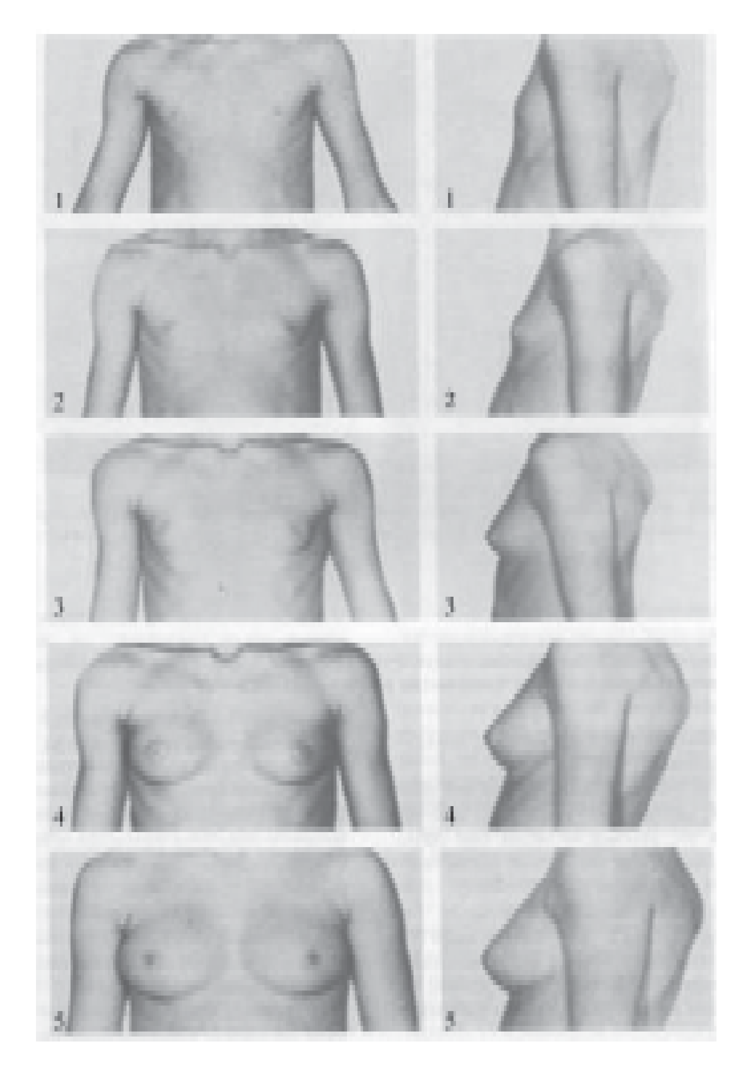


Fig. 6.4. Estadios del desarrollo mamario.
Fuente: Tanner (1962).

En la figura 6.5 se muestran los estadios de desarrollo genital. El primer estadio no se muestra porque representa las formas infantiles. En el segundo emerge un agrandamiento del escroto y los testículos. La piel del escroto se enrojece y cambia su textura. El aumento del pene es pequeño o no se manifiesta aún.

En el tercer estadio ocurre el incremento del pene, fundamentalmente en longitud, además de continuar el crecimiento de los testículos y el escroto. En el cuarto se incrementa el tamaño del pene en diámetro y se desarrolla el glande. Se produce un aumento adicional de los testículos y escrotos; se oscurece, además, la piel de estos últimos. El quinto estadio representa un genital adulto en tamaño y forma, sin un engrandecimiento posterior.

El desarrollo del vello púbico, tanto en las hembras como en los varones, se ilustra en la figura 6.6. El primer estadio es el llamado preadolescente, donde los

vellos pubianos no están desarrollados. En el segundo, el vello aparece esparcido en longitud, tenuemente pigmentado, liso o ligeramente ondulado; aparece fundamentalmente en los labios mayores (hembras) o en la base del pene (varones). En el tercer estadio los vellos son considerablemente oscuros, ásperos y más rizados; se esparcen sobre la articulación del pubis.

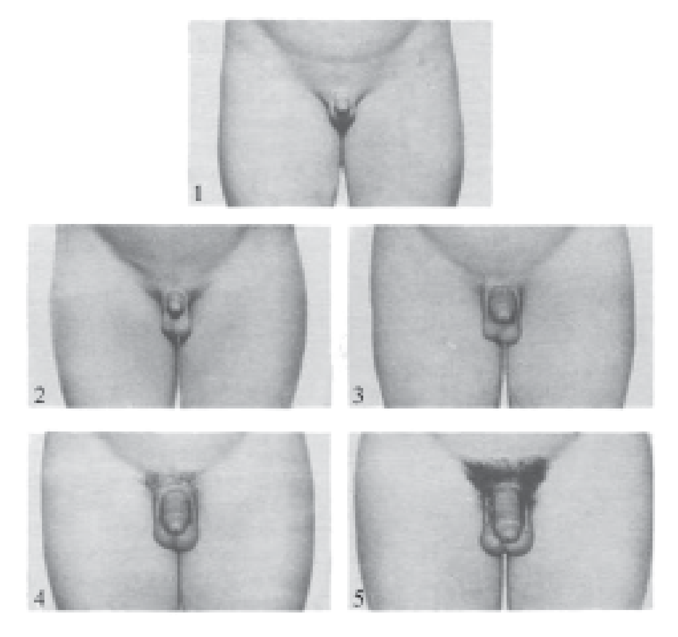


Fig. 6.5. Estadios de desarrollo genital.
Fuente: Tanner (1962).

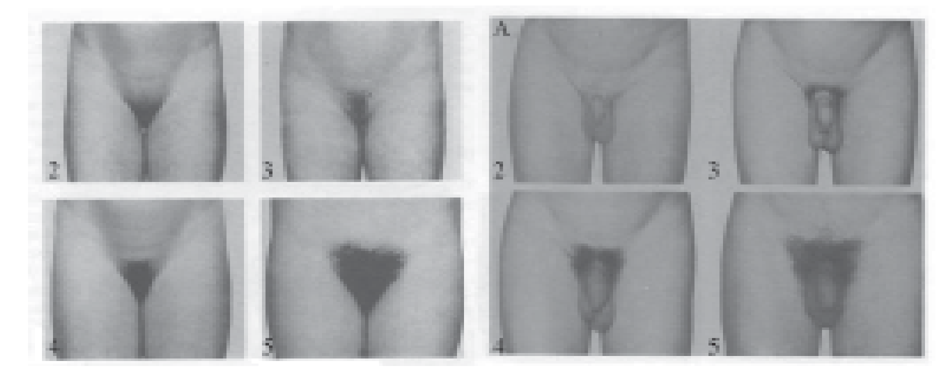


Fig. 6.6. Estadios de desarrollo del vello pubiano.
Fuente: Tanner (1962).

En el cuarto el vello tiene el aspecto del adulto, pero el área cubierta es menor; no hay un esparcimiento de la superficie medial de los muslos. El quinto ya constituye el tipo adulto en cantidad y textura, con distribución del patrón horizontal (o clásicamente femenino). Hay esparcimiento hacia la superficie medial de los muslos, pero no hasta la línea alba, o en cualquier lugar por encima, formando la base de un triángulo invertido.

En alrededor del 80 % de los hombres y el 10 % de las mujeres el vello se expande adicionalmente en un patrón sagital después del nivel 5. Cuando esto ocurre se dice que hay un estadio 6, el cual, a menudo, no se completa hasta mediado de los 20 años o posteriormente.

OTRAS CARACTERÍSTICAS SEXUALES SECUNDARIAS

Pilosidad axilar. La pilosidad axilar aparece algunos años después del comienzo del crecimiento del vello pubiano, más concretamente cuando este alcanza el estadio 4. Puede ser clasificada en una escala de 3 niveles (en hembras y varones):

- Estadio 1: pilosidad ausente.
- Estadio 2: crecimiento ligero.
- Estadio 3: distribución adulta.

Alteración de la voz. En los varones es una característica que puede, también, ser clasificada en una escala con 3 estadios.

Pilosidad facial. El vello facial surge y comienza a crecer alrededor del tiempo en que aparece el vello axilar. Se definen 3 niveles:

- Estadio 1: ausencia de pilosidad.
- Estadio 2: primero aparece un incremento en la longitud y pigmentación de la pilosidad por encima del labio superior, con dispersión hacia las extremidades, para completar el bigote.
- Estadio 3: aparece la pilosidad en la parte superior de la cara y en la línea media, justo por debajo del labio inferior.
- Estadio 4: finalmente se expande el vello a los lados y en el borde inferior de la barbilla. Esto último ocurre raramente, hasta que no se haya alcanzado el estadio 5 del desarrollo de los genitales y el vello púbico.

El resto de la pilosidad corporal emerge desde que el individuo se encuentra en el primer nivel de desarrollo del vello axilar hasta un tiempo después de la pubertad. El vello sobre los muslos, piernas, abdomen y antebrazo usualmente precede al del tórax y los brazos. También se puede destacar que el patrón de la pilosidad en cantidad y textura obedece además al genoma del individuo.

Existe un patrón general en la aparición de las diferentes manifestaciones de la pubertad que pueden ser observadas en forma esquemática.

En la figura 6.7 se muestra el diagrama de la secuencia de diferentes eventos que ocurren en la adolescencia para el sexo femenino, según la edad en años. El surgimiento del estadio del botón es el primer signo de la pubertad en las muchachas y el vello púbico algunas veces lo precede.

Estos sucesos van a coincidir aproximadamente con el inicio del brote de crecimiento de la estatura; el pico máximo tiene lugar cuando se alcanza el estadio 4 de desarrollo mamario. Solo después de estos eventos es que tiene lugar la primera menstruación o menarquia y la curva de la estatura está en la fase descendente, cercana al estadio 5 del desarrollo mamario y del vello púbico.

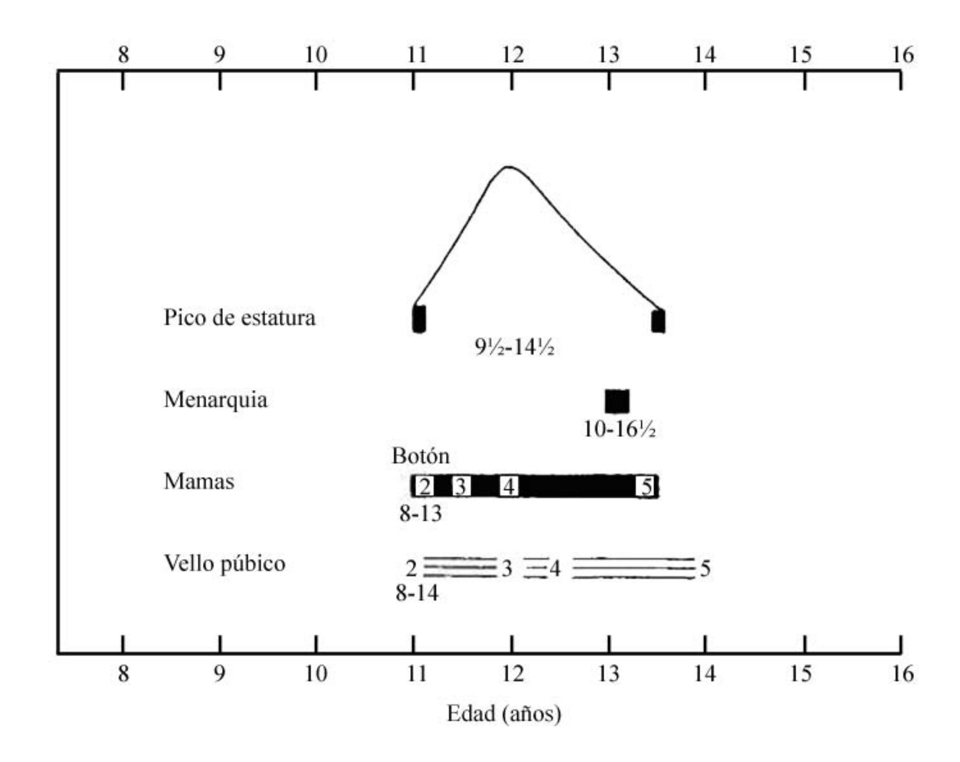


Fig. 6.7. Diagrama de secuencia de eventos en la adolescencia femenina.
Fuente: Tanner (1962).

De modo general, ya es poco lo que va a crecer la muchacha una vez que ha debutado con la primera menstruación, con una edad aproximada entre 10 y 15 años, puesto que ha ocurrido el pico máximo de crecimiento de la estatura, que acontece entre los 9 y 14 años como rango más frecuente.

En la secuencia de los eventos reseñados en la figura 6.4 se han observado algunas variaciones. El desarrollo mamario puede encontrarse en el estadio 2 y el de la pilosidad púbica en el nivel 1. De todas formas significa que ya está en el inicio de la pubertad, porque la alteración inicial de la mama es el carácter que marca el comienzo evidente de la maduración sexual.

En la figura 6.8 se refleja la secuencia de cambios de la adolescencia para el sexo masculino, según la edad en años. Se observa como primer evento el crecimiento acelerado de los testículos, entre los 10 y 13 años. Poco después aparece el vello púbico. Un año más tarde se inicia el desarrollo del pene, que se sitúa como promedio alrededor de los 13 años, cuando los testículos se hallan aproximadamente en el estadio 3. En esta etapa empieza el brote de crecimiento de la estatura. Cuando los testículos alcanzan el nivel 4, ocurre el pico máximo del crecimiento de la estatura, alrededor de los 14 años.

Cuando termina el crecimiento del tamaño ya ha finalizado el desarrollo del pene, pero no así el de los testículos y el vello pubiano. Dos años después del pico de la estatura, se desarrolla la capacidad atlética (punto máximo de aumento de la fuerza).

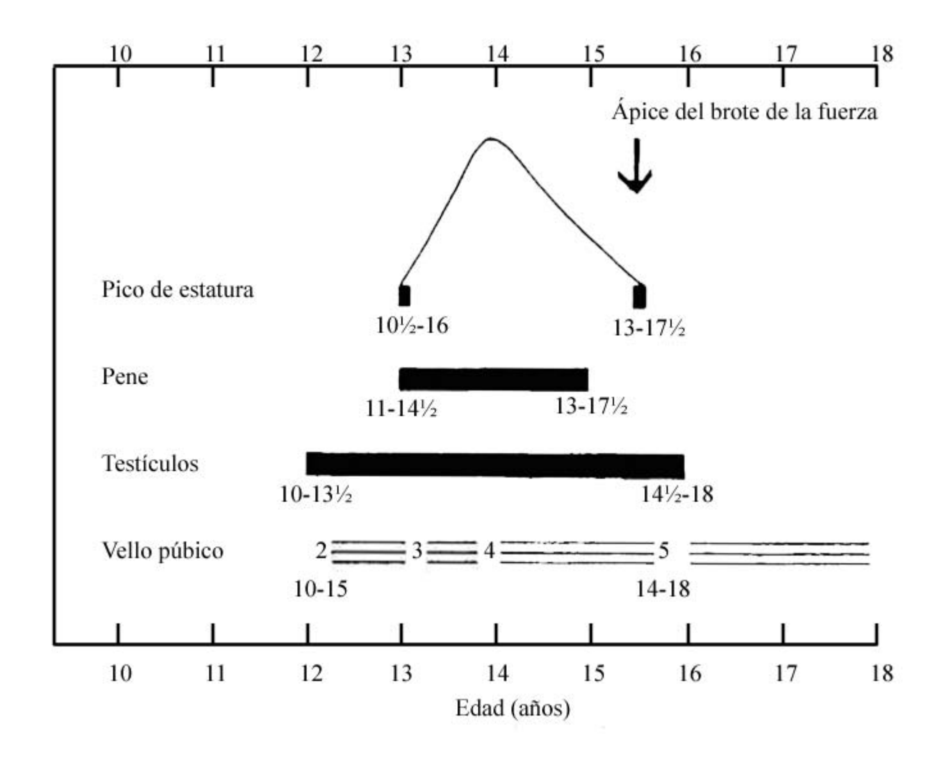


Fig. 6.8. Diagrama de secuencia de eventos en la adolescencia masculina.
Fuente: Tanner (1962).

Se han observado algunas variaciones en la secuencia de los eventos en la adolescencia masculina. Puede estar el desarrollo genital en el estadio 2 y aún no haber indicios de pilosidad púbica. En este caso igualmente ha comenzado la pubertad, dado que el aumento inicial de los órganos genitales es una primera señal evidente de la maduración sexual de los varones.

Como parte de la relación con los otros criterios de madurez, se ha podido observar que aunque el vello pubiano aparece antes que el axilar, en algunos muchachos éste puede surgir primero.

Poco después del incremento de la estatura, ocurre el agrandamiento de la laringe. La voz empieza a hacerse más grave durante el período en que el desarrollo del pene se está completando.

En algunos varones ocurre un ligero aumento de las mamas durante la pubertad, que suele ser temporal.

Bajo el influjo hormonal, la próstata se desarrolla (los alvéolos) y posteriormente se segregará el fluido seminal. Las primeras eyaculaciones suelen aparecer un año después del crecimiento acelerado del pene.

Algunas observaciones generales acerca de los caracteres sexuales analizados

Se puede afirmar que la edad a la que se arriba a los distintos eventos puede no ser la misma en todos los niños y niñas, porque algunos se encuentran avanzados, mientras que otros van retrasados en su ritmo de maduración sexual.

No obstante, el desarrollo de las características sexuales secundarias es un proceso continuo, en el que ocurre una superposición de estadios, por lo que existen problemas de precisión en la clasificación, por ejemplo, 2 sujetos pueden encontrarse en un mismo nivel de maduración sexual de las características antes estudiadas, pero están en sitios diferentes de la escala, uno se encuentra al principio y otro al final, clasificando en el mismo estadio.

Los estadios de desarrollo son específicos de cada característica, por lo tanto, es incorrecto efectuar medias para 2 indicadores.

La evaluación del volumen testicular es también posible y se realiza con el orquidiómetro de Prader.

Menarquia

Se conoce como menarquia la fecha en que aparece el primer período menstrual; indica el comienzo de la capacidad reproductiva y constituye el indicador de maduración más frecuentemente utilizado en las hembras. No señala la plena adquisición de las capacidades reproductoras de la mujer, ya que el primer ciclo menstrual y los sucesivos durante los años siguientes son estériles, por término medio.

El resurgimiento de la frecuencia y amplitud de la liberación de ciertas sustancias del hipotálamo en la pubertad produce la liberación pulsátil de hormona folículo-estimulante y hormona luteinizante, que a su vez inicia la actividad ovárica y el crecimiento folicular. La liberación de la primera de ellas puede tardar varios meses o incluso años, en ajustarse al patrón adulto y, por lo tanto, el crecimiento folicular será errático al principio. La actividad ovárica aumenta los niveles de estradiol que inducen los cambios puberales, incluyendo el crecimiento del útero y endometrio, así como la aparición de la primera menstruación.

El comienzo de la menstruación se produce entre los 10 y 16 años de edad en la mayoría de las muchachas de países desarrollados. Los primeros ciclos, como se ha señalado, son anovulatorios y su duración es muy variable. Suelen ser indoloros y se presentan sin previo aviso. Hacia los 6 años después de la menarquia, ya el 80 % de los ciclos son ovulatorios.

La menarquia no tiene un equivalente entre los varones y posee una relevancia particular desde el punto de vista psicológico social en la transición de la infancia a la edad adulta, con un impacto cultural importante. Su repercusión depende, en gran parte, de la educación que reciban las muchachas en las escuelas y de sus padres. En algunas culturas, las mujeres se consideran impuras mientras tienen la menstruación e incluso se les recluye fuera del poblado.

¿Cuáles son los determinantes de la edad de la menarquia? La menarquia se debe a una combinación de factores, incluyendo influencias genéticas, situación socioeconómica, estado de salud y bienestar, estado de nutrición, ejercicios físicos, influencia estacional y tamaño de la familia.

Una menarquia temprana es una señal de un ambiente socioeconómico adecuado, mientras que valores de la edad de aparición de la primera menstruación atrasados, sugieren problema en el estatus social, que afectan el crecimiento y desarrollo.

La menarquia es más temprana en los países industrializados, que en los no desarrollados. La edad de la menarquia del primer estudio nacional de crecimiento y desarrollo en Cuba fue de 13,02 años, semejante a la reportada para Londres, Estocolmo, Moscú, Montreal, Varsovia, etc.

La edad de la menarquia en habitantes de las zonas urbanas es más adelantada que las de las regiones rurales. La menarquia urbana en Cuba, según los datos de la primera investigación nacional de crecimiento y desarrollo, fue de 12,83 años, mientras la de las localidades rurales fue de 13,25 años. Valores reportados de localidades urbanas de la India alcanzan 13,4 años, las de zonas rurales son más elevados (14,4 años). Durante la investigación nacional realizada en Cuba en el año 1972 y que mostraba las mejoras de la primera etapa del período posrevolucionario, se encontraron también diferencias entre las distintas provincias (según la antigua división político-administrativa), que pueden observarse en la tabla 6.1.

Tabla 6.1. Edad de la menarquia por provincias en Cuba, según la investigación nacional del año 1972

Provincias	Edad de la menarquia (años)
Pinar del Río	13,17
Habana Metropolitana	12,64
Habana Interior	12,78
Matanzas	12,76
Las Villas	13,07
Camagüey	13,06
Oriente	13,20

Fuente: Jordán, 1979.

Como se observa, la menarquia fue más temprana en la capital provincial del país y más tardía en la zona oriental. La menarquia encontrada en la capital es mucho más temprana que la nacional, por el mayor nivel de desarrollo económico y social existente en la primera.

Además de las diferencias existentes en la edad de la menarquia entre diferentes sistemas socioeconómicos y entre las zonas rural y urbana, se manifiestan también variaciones entre distintos medios ecológicos y entre grupos étnicos y raciales.

Se han encontrado edades de menarquia similares en miembros de un mismo grupo étnico y en binomios madre-hija, siendo estos ejemplos de la importancia de los factores genéticos. Igualmente, los estudios en gemelas han demostrado la existencia de una relación más estrecha en la edad de la menarquia en gemelas idénticas que en las no idénticas.

El nivel de actividad física y el estado nutricional también influyen en la edad de aparición de la menarquia y se plantea que existe un nivel mínimo de grasa que permite la ocurrencia de la primera menstruación. Tanto la malnutrición como la anorexia se asocian al retraso de la menarquia.

La composición corporal varía durante el estirón de la adolescencia, con una proporción de peso magro a graso de 5:1 al comienzo del período y de 3:1 en el momento de la menarquia; en este instante se pudiera decir que alrededor del 20 % del peso corporal se explica como grasa.

El ejercicio intenso, como el atletismo, gimnasia y ballet se asocia con el retraso de la primera menstruación. Se ha indicado que cada año de entrenamiento antes de la ocurrencia de la menarquia la retrasa alrededor de 5 meses. En adolescentes estudiantes de la Escuela Nacional de Ballet de Cuba, evaluadas durante el año 2002, se halló un promedio de edad de menarquia de 14,08 años, considerada como tardía, que además estuvo en correspondencia con muy bajos niveles de adiposidad total en el cuerpo. Las bailarinas de la actual Compañía del Ballet Nacional de Cuba reportan una edad de menarquia de 14,74 años, valorada también como retrasada.

Las diferencias entre clases sociales están desapareciendo en muchos países y con ellas, las diferencias en el estado de nutrición; no obstante ahora se conocen otras influencias. Se sabe que una menarquia retrasada es una característica de las enfermedades crónicas, por ejemplo, puede presentarse hasta un año más tarde en las niñas con diabetes juvenil.

Con respecto a la estacionalidad, se han encontrado picos tanto en verano como en invierno, no obstante, los factores causales son imprecisos. El tamaño de la familia y el orden de nacimientos influyen en la edad de la menarquia. Hay una tendencia a una menarquia más tardía en muchachas con mayor número de hermanos y a la aparición más precoz en las nacidas últimas dentro del orden de hermanos, pero los mecanismos para explicar este fenómeno son confusos.

Se conoce que en las niñas, el primer período menstrual aparece casi después de haber alcanzado el máximo de incremento de la estatura, coincide con el estadio 5 de la mama y emerge después del 4 del vello púbico. En la mayoría de los casos sigue un período de infertilidad de 1 año a 18 meses. La máxima fertilidad no se alcanza hasta principios o mediados de la tercera década de la vida. La función reproductora no se corresponde con las primeras menstruaciones, aunque suponga un desarrollo del útero.

MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE LAS EDADES EN LA MADURACIÓN SEXUAL

Las edades con que se alcanzan los diferentes estadios de pilosidad púbica, mama, desarrollo genital y la menarquia son normalmente obtenidas a partir de estudios longitudinales. Puede hacerse un examen en intervalos cortos: 1 a 3 meses o 1 año y también es posible estimar con precisión la edad de permanencia de un sujeto en un determinado estadio.

Existen 3 métodos posibles para la determinación de la edad de la menarquia:

1. *Status quo*.
2. Prospectivo.
3. Retrospectivo.

Status quo. En una muestra representativa de la población debe hacerse un cuestionario a cada muchacha, en el cual se pregunta la edad y si ya menstrúa o no. Esta información conduce al establecimiento de una tabla de frecuencias de casos afirmativos en cada intervalo sucesivo de edad. Al porcentaje hallado se aplica una transformación probit o logit.

Con este método se obtiene la proporción de muchachas en cada intervalo de edad, indicación de los probit o logit correspondientes a los porcentajes. Estos se ajustan a una recta y su intersección con la línea de frecuencia representa la mediana (edad mediana de ocurrencia de la menarquia en la población estudiada).

Este método no revela la edad de la menarquia de ningún individuo. Es el mejor método para estimar la mediana y la varianza poblacional. Tiene como problema que los porcentajes ploteados son estimativas muestrales y no observaciones exactas.

Prospectivo. Un grupo de sujetos se estudia de forma repetida en cada ocasión, preguntándose si la menarquia ya ocurrió. La repetición de las visitas debe ser reducida en su espacio temporal (1 a 3 meses). Debe llevarse el mantenimiento riguroso de un diario.

Aquí es posible determinar, con precisión, la fecha de la ocurrencia de la menarquia. Es el método más preciso para determinar la edad de la menarquia en una base individual, pero es necesario que se posea una muestra suficientemente grande y representativa para estimar la media poblacional con la fiabilidad deseada.

Se puede señalar que proporciona una curva de distribución de frecuencia y es posible conocer el tipo de distribución de esta ocurrencia (aproximadamente normal).

Como inconvenientes están las dificultades financieras y administrativas para coincidir estudios de esta naturaleza.

Retrospectivo. Aquí cada muchacha es cuestionada sobre la edad de ocurrencia de la menarquia. Como problemas a considerar está la diferencia entre la edad exacta de aparición de la menarquia con la que fue mencionada (imprecisiones que ocasionan errores en la información primaria). Otra dificultad estaría en la muestra, con una ausencia de estratificación adecuada y suficientemente representativa de la población. Finalmente, que se hace referencia de la menarquia al último aniversario, por ejemplo, ocurrencia de la menarquia a los 12,75 años y referir que fue a los 12,0 años. En este caso la media de la edad es subestimada. Todo esto explica la naturaleza insatisfactoria de este método, a pesar de ser todavía utilizado en algunos casos. Por esta razón se le añade un factor de corrección de 0,5 para el cálculo final y el promedio del grupo.

EVALUACIÓN DE LA MADURACIÓN SOMÁTICA

El recurso de las medidas somáticas para los indicadores de la madurez exige datos longitudinales. Si se considera el tramo que transcurre en la adolescencia, el tiempo del brote de crecimiento de las dimensiones corporales puede constituir un indicador de la madurez somática.

En otro sentido, si la estatura adulta está disponible, el porcentaje del tamaño alcanzado en diferentes edades durante el crecimiento puede ser otro indicador de madurez somática, por ejemplo, varios niños pueden tener un mismo tamaño a una edad dada, pero uno de ellos puede haber alcanzado un porcentaje superior de su estatura adulta, indicando que está más próximo de concluir su crecimiento.

En uno y otro casos se ha identificado la estatura como un indicador preferencial.

Edad en el pico de velocidad de crecimiento

La edad del pico de velocidad de crecimiento (PVC) de la estatura es el indicador más frecuente de maduración somática en estudios longitudinales de la adolescencia y se obtiene a partir de una curva apropiada. Se puede estimar a partir de la velocidad de crecimiento en el pico máximo, además de la edad del inicio del brote y la cantidad de estatura ganada durante la adolescencia. Todos estos son índices de la maduración.

La edad del máximo crecimiento de la estatura durante el salto de la adolescencia es muy útil para evaluar la madurez; también sirve como un punto de referencia ideal para el tamaño alcanzado y la velocidad de crecimiento máxima de otras dimensiones corporales, así como de otros caracteres sexuales secundarios (Fig. 6.9).

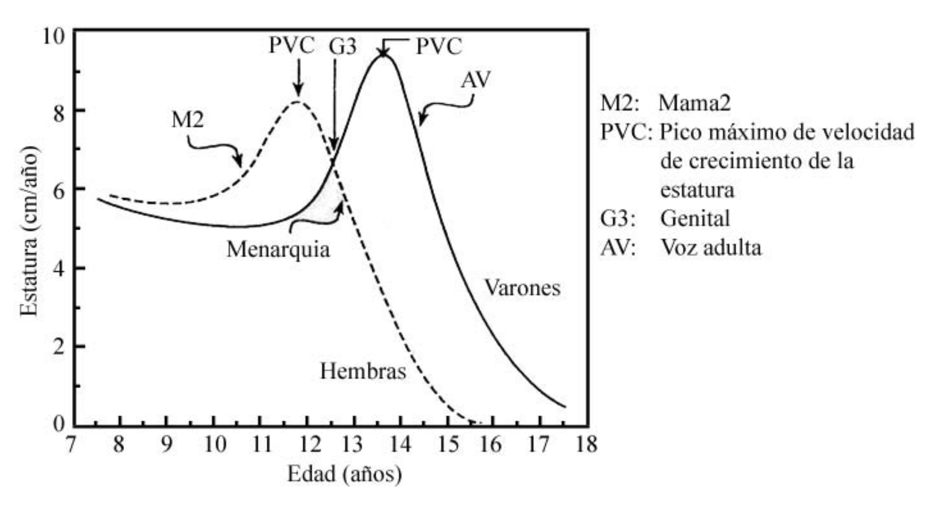


Fig. 6.9. Eventos de la maduración sexual y somática.
Fuente: Report of a WHO Expert Commitee (1995).

En los varones, el estadio 3 del desarrollo genital (G3) acontece antes del pico máximo de crecimiento de la estatura; posteriormente ocurre el cambio de voz, alcanzando el patrón adulto (AV). En las hembras el estadio 2 en mama (M2) tiene lugar antes del pico máximo de crecimiento de la estatura y después es que se produce la menarquia.

Se puede obtener una medida del tiempo (intensidad) de crecimiento de una población y la edad media en que ocurre la velocidad máxima de la estatura en el transcurso del salto de crecimiento de la pubertad (pico de velocidad de crecimiento).

En estudios transversales es posible estimar el valor aproximado del pico de velocidad para la población, a partir del modelo 1 de Preece-Baines.

En la tabla 6.2 se muestra un ejemplo de los indicadores de la maduración somática durante la adolescencia de dos individuos. Se observa que mientras la edad de inicio del brote de crecimiento (*take-off*) es muy próxima, los otros parámetros son bien diferentes; luego uno de los dos individuos tiene una maduración somática más adelantada que el otro.

Tabla 6.2. Indicadores de la maduración somática

Indicadores	Sujeto 1	Sujeto 2
Edad del *take-off*	9,8 años	9,7 años
Estatura del *take-off*	145,5 cm	129,5 cm
Edad en el PVC	14,1 años	13,7 años
PVC	6,1 cm	8,0 cm
Estatura en el PVC	159,9 cm	152,8 cm

Fuente: Malina y Bouchard (1990).

No solo la estatura es tomada como indicador de la maduración somática, aunque es la más generalizada. A partir de datos longitudinales se pueden obtener estimados similares de los indicadores para la longitud de la pierna, altura sentada, diámetros biacromial y bicrestal, peso y fuerza muscular; sin embargo, estos no son extensivos para el cálculo de la edad del PVC.

PORCENTAJE DE LA ESTATURA ADULTA

Otro indicador de la maduración somática es el porcentaje de estatura adulta alcanzada a cada edad, en una edad determinada, por ejemplo, el niño (A) que está más próximo de su estatura madura o estado adulto es más avanzado en la maduración, comparado con otro sujeto (B), del mismo sexo e intervalo de edad.

Sujeto A --- 7 años -- 122 cm ---- 72 % +

Sujeto B --- 7 años -- 122 cm ---- 66 % -

Este porcentaje de la estatura adulta está basado en el tamaño alcanzado o valores de distancia, de manera que no se puede identificar el pico máximo de crecimiento del niño, pero para obtener el indicador son necesarias observaciones longitudinales. Cuando la estatura parental está disponible proporciona una meta a alcanzar y se puede evaluar cuán lejos o cerca está el niño de su patrón programado. En la tabla 6.3 se muestra el porcentaje de estatura adulta alcanzado en diferentes edades.

Tabla 6.3. Porcentaje de estatura adulta alcanzado a diferentes edades

Edad	Varones	Hembras
Meses		
3	33,9	36,0
6	37,7	39,8
9	40,1	42,2
Años		
1	42,2	44,7
1,5	45,6	48,8
2	48,6	52,2
2,5	51,1	54,8
3	53,5	57,2
4	57,7	61,8
5	61,6	66,2
6	65,3	70,3
7	69,1	74,3
8	72,4	77,6
9	75,6	81,2
10	78,4	84,2
11	81,3	88,7
12	84,0	92,6
13	87,3	96,0
14	91,0	98,3
15	94,6	99,3
16	97,1	99,6
17	98,8	99,9
18	99,6	100

Fuente: Tanner (1971).

A los 3 meses el niño tiene alrededor de un tercio de la estatura adulta; a los 2 años, aproximadamente el 50 % y en la adolescencia solo falta por alcanzar el 10 %.

El porcentaje de una dimensión adulta puede ser utilizado con otras mediciones corporales, si se dispone de los datos tomados longitudinalmente; en estos casos los resultados obtenidos a cada edad proporcionan un índice de los gradientes maduracionales del crecimiento.

Comparación con las tablas estandarizadas de estatura y peso

La valoración del crecimiento con las normas de la población para estatura y peso es otro indicador de la maduración somática.

El proceder es muy simple: se hace coincidir el valor real de la estatura o peso del individuo con el percentil 50 (P50) de la referencia y se estima la edad que debería tener el niño en esta ubicación.

La obtención de la edad morfológica con la evaluación longitudinal del niño, basada en los datos normativos (transversales) es más accesible operacionalmente, sin embargo, es menos fiable que la de los indicadores del pico de velocidad de crecimiento de la adolescencia.

EVALUACIÓN DE LA MADUREZ DENTARIA

La evaluación de la madurez de la dentición es muy utilizada al estudiar el reemplazo de los dientes deciduos por la erupción de los permanentes, por lo que se analiza la calcificación de los dientes como un estimador del estadio de maduración dentaria. Es semejante conceptualmente a la edad esquelética.

Los criterios para evaluar la calcificación de un conjunto de dientes en un cuadrante de la boca fueron desarrollados por Demirjiam en Montreal, Canadá. Se involucran las características de cada diente, de ellos la corona y la raíz. Es parecido al método de Tanner-Whitehouse para la edad ósea, ya que a partir del análisis de una radiografía, se asignan puntajes a cada estado y se suman, obteniéndose una indicación de la madurez dentaria, que es convertida a edad dental, de manera muy similar a como se realiza en la determinación de la edad esquelética.

La determinación de la madurez dental no es efectiva durante la adolescencia, siendo esto su limitante fundamental.

Por norma, la primera dentición o decidua aparece entre el sexto mes y el segundo año. La dentición permanente emerge en el período comprendido entre el sexto y decimotercer años (Fig. 6.10).

EVALUACIÓN PSICOMOTORA

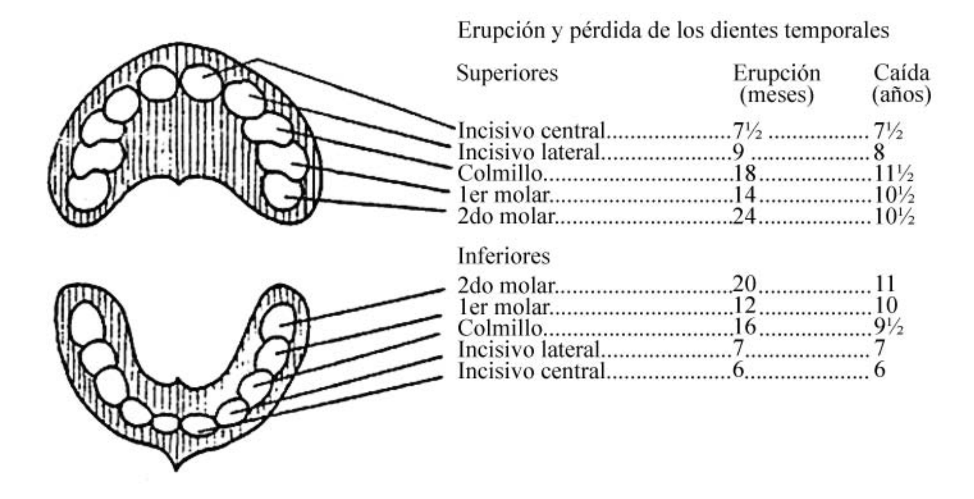
Bajo este término se engloba la maduración de numerosas funciones y áreas de la conducta del niño. Entre ellas se pueden distinguir:

- La maduración de las funciones motoras gruesas (sostén cefálico, gateo, marcha, etc.).
- La maduración de las funciones motoras finas (manipulación de objetos, manejo de utensilios, escritura, etc.).
- La maduración de funciones sensoriales (visión, audición, tacto, etc.).
- La maduración de las funciones sociales (sonrisa social, lenguaje, etc.).
- La maduración emocional del niño, de sus funciones adaptativas, de procesos de individualización e independencia, etc.

Para el análisis de las diferentes etapas de madurez es muy importante la consideración de los períodos sensibles, ya definidos anteriormente.

INTERRELACIÓN DE INDICADORES

Cuando se trata la interrelación de indicadores hay que responder determinadas interrogantes:



Erupción de los dientes permanentes

Superiores	Erupción (años)
Incisivo central	7-8
Incisivo lateral	8-9
Colmillo	11-12
1er premolar	10-11
2do premolar	10-12
1er molar	6-7
2do molar	12-13
3er molar	17-21

Inferiores	
3er molar	17-21
2do molar	11-13
1er molar	6-7
2do premolar	11-12
1er premolar	10-12
Colmillo	9-10
Incisivo lateral	7-8
Incisivo central	6-7

Fig. 6.10. Cronología de erupción y reemplazo de los dientes temporales y permanentes.
Fuente: Pérez (1987).

- ¿Los diferentes indicadores miden el mismo tipo de madurez biológica?
- ¿Los diferentes indicadores son consistentes en el tiempo?
- ¿Los diferentes indicadores evidencian estabilidad en la información del contenido del proceso de maduración?

Analicemos las situaciones que se plantean a continuación.

Si un niño estuviera atrasado en su período de maduración a los 6 años, ¿también lo estará a los 12? Lo mismo puede ser cuestionado para aquellos cuyo proceso es avanzado.

Si un joven fuera clasificado como avanzado, normal o atrasado con uno de los indicadores de maduración, ¿será clasificado de la misma forma (el mismo estado) por los otros indicadores?

En general, los indicadores de la maduración sexual, esquelética y somática están positivamente correlacionados entre sí. La maduración dentaria no está fuertemente correlacionada con los otros indicadores, pero tiende a expresar información independiente. No obstante, la edad ósea es la más relacionada con la dental.

Para estudios realizados en diferentes poblaciones se han encontrado correlaciones moderadas a altas, entre el pico máximo de crecimiento de la estatura, la menarquia, el vello pubiano y el desarrollo mamario en las niñas; en los varones las correlaciones han sido entre el pico de la estatura, cambio de voz, desarrollo genital y vello púbico. Todo sugiere que los jóvenes adelantados o retrasados en la maduración sexual, van a serlo por igual en el tiempo del brote de crecimiento de la adolescencia para la estatura. De la misma manera el que está retrasado o adelantado con algún indicador de la maduración sexual, lo estará en apariencia con otro. No obstante, las correlaciones encontradas en muchos estudios no son perfectas, lo cual sugiere la existencia de algún grado de variación en tiempo entre los indicadores.

La maduración esquelética también está relacionada con las características sexuales secundarias y al pico máximo de crecimiento de la estatura con valores moderados a elevados en individuos de distintos grupos poblacionales. La relación entre la edad esquelética y la cronológica al tiempo en que se alcanzan diferentes eventos de la maduración se observa en la tabla 6.4.

Tabla 6.4. Edad cronológica, edad esquelética y correlaciones con los indicadores de maduración en cada sexo

Indicador de madurez	Edad cronológica		Edad esquelética		Correlación*
	Media	DE	Media	DE	r
Hembras					
Mama 2	11,0	1,1	10,9	1,0	0,69
Mama3	14,0	0,9	14,0	0,8	0,44
Vello pubiano 3	12,5	1,0	12,5	0,8	0,64
Pico de velocidad de la estatura	12,3	1,1	12,5	0,9	0,74
Menarquia	13,2	0,8	13,3	0,4	0,35
95 % de estatura adulta	12,8	0,8	13,0	0,3	0,18
Varones					
Genital 2	11,5	1,1	11,5	1,2	0,63
Genital 5	14,5	1,0	14,8	0,8	0,39
Vello pubiano 3	13,8	0,9	13,6	1,0	0,42
Pico de velocidad de la estatura	13,9	1,0	14,0	0,8	0,34
95 % de estatura adulta	14,6	0,7	15,1	0,3	0,05

* Correlación entre la edad esquelética y la cronológica sobre el indicador de maduración.
Fuente: Marina y Bouchard (1991).

En los datos representados, los valores medios de las edades cronológica y esquelética en los indicadores de maduración están muy cercanos, pero la variación indicada es menor en la última, especialmente para la edad de la menarquia en las niñas y para el 95 % de estatura adulta alcanzada en uno y otro sexos; en otras características hay mayor variación. En general, las edades cronológicas y esqueléticas medias en cada estadio de madurez son muy próximas; a pesar de esto, la variación de la edad esquelética es mucho menor y por lo tanto brinda una mejor estimación.

La edad cronológica puede variar tanto como la edad esquelética al inicio de la maduración sexual y el salto puberal continúa su proceso; la maduración esquelética evidencia mayor asociación con los eventos maduracionales.

Las hembras manifiestan mayor precocidad en las diferentes edades o indicadores de la madurez ósea, dental, morfológica, sexual, lo que demuestra que llegan primero al estado adulto.

La maduración esquelética en los primeros años de la pubertad no está altamente relacionada con indicadores de la maduración sexual y somática.

A medida que la adolescencia progresa la correlación se incrementa, lo que muestra la correspondencia entre los indicadores, debido probablemente al control hormonal diferenciado entre las etapas antes y durante la pubertad.

El crecimiento prepuberal y la maduración ósea están regulados fundamentalmente por la hormona del crecimiento, pero el brote de crecimiento de la estatura, el desarrollo sexual y las fases finales de la maduración esquelética en la etapa puberal, están condicionados esencialmente por la acción de las hormonas gonadales.

La independencia del crecimiento prepuberal de los eventos de la adolescencia aumenta la interrogante de cuál indicador utilizar en este período. La respuesta es que la maduración esquelética es el indicador primario para esta etapa, porque es el que mayor tiempo recorre. Si además se dispone de observaciones longitudinales, el porcentaje de estatura adulta alcanzada puede emplearse para la evaluación de la madurez biológica. Los 2 indicadores mencionados se correlacionan positivamente con la edad.

La correlación entre los diferentes indicadores de maduración y la edad esquelética aumenta con el decorrer de la edad. Esto último evidencia la consistencia de los indicadores.

MADURACIÓN ASOCIADA A VARIACIONES EN EL CRECIMIENTO Y EL DESARROLLO MOTOR

Las dimensiones corporales durante el crecimiento están sometidas a variaciones en el tiempo y secuencia de cambios de la maduración, por lo que los niños se pueden agrupar en las categorías de avanzados o precoces, en promedio y retrasados o tardíos, sobre la base de la edad esquelética, dental, menarquia,

caracteres sexuales secundarios, pico máximo de crecimiento, porcentaje de estatura adulta alcanzada y niveles del desarrollo motor.

Si el criterio es la edad esquelética, un niño o niña con una variación de 1 año respecto a su edad cronológica, se clasifica generalmente como en promedio. Si el avance de la edad esquelética es más de 1 año respecto a la cronológica, el individuo sería un madurador (a) precoz; si se retrasa la edad esquelética más de 1 año, entonces se clasificaría como un madurador (a) tardío (a).

Si el indicador empleado es la menarquia, se asume que la edad media está en los 13 años, con un rango de ± 1 año, es decir, que entre los 12 y 14 años se pudiera clasificar como dentro del promedio, por lo tanto, una niña con edad de la menarquia por debajo de los 12 años estaría adelantada en su desarrollo y si este evento ha ocurrido después de los 14 años, sería tardía.

Procedimientos similares se emplean para analizar los otros indicadores de madurez (pico de velocidad de la estatura, caracteres sexuales secundarios), aunque los valores de edad obtenidos para esta evaluación dependen de otros factores y tienen un cierto grado de arbitrariedad. Una guía buena para su establecimiento es la obtención de una norma de referencia de estos indicadores.

El peso y la estatura de un grupo de niñas y niños clasificados en precoces, promedios y tardíos aparecen representados en la figura 6.11, mediante curvas de distancia en la etapa de la adolescencia, en términos de edad en años.

Los niños que maduran temprano tienen un peso y una estatura con valores mayores durante el período; los retrasados respecto a promedio crecen menos, con menor ponderosidad y terminan por debajo del promedio. En las hembras, las maduradoras precoces en la primera parte de la pubertad son más altas, con mayor peso, pero terminan siendo más bajas que el promedio, aunque con mayor peso. Las maduradoras tardías, que en la primera parte de la adolescencia crecieron menos, terminan con mayor estatura, aunque con menor peso.

Durante mucho tiempo solo se aceptaba la idea de que los individuos maduradores tempranos eran siempre más altos a través de todo el crecimiento y también finalizaban el mismo con un mayor tamaño. Posteriormente surgió la hipótesis de que el madurador tardío, aunque fue de menor talla durante el crecimiento, concluía el mismo con una mayor estatura porque tuvo mayor tiempo para crecer.

Los sujetos precoces y tardíos también difieren en sus proporciones relativas durante el crecimiento. Los niños y las niñas adelantados en su maduración tienden a tener caderas más amplias, con respecto a los hombros. En contraste, los individuos retrasados en su desarrollo tienen caderas más estrechas y hombros más anchos. Ambos grupos también difieren en la longitud de la pierna, que constituye el mayor porcentaje de estatura adulta para los maduradores tardíos.

Las observaciones anteriores permiten plantear que la linealidad del físico está relacionada con la maduración tardía, por el contrario, la mayor adiposidad parece estar asociada con la madurez temprana, al igual que la muscularidad.

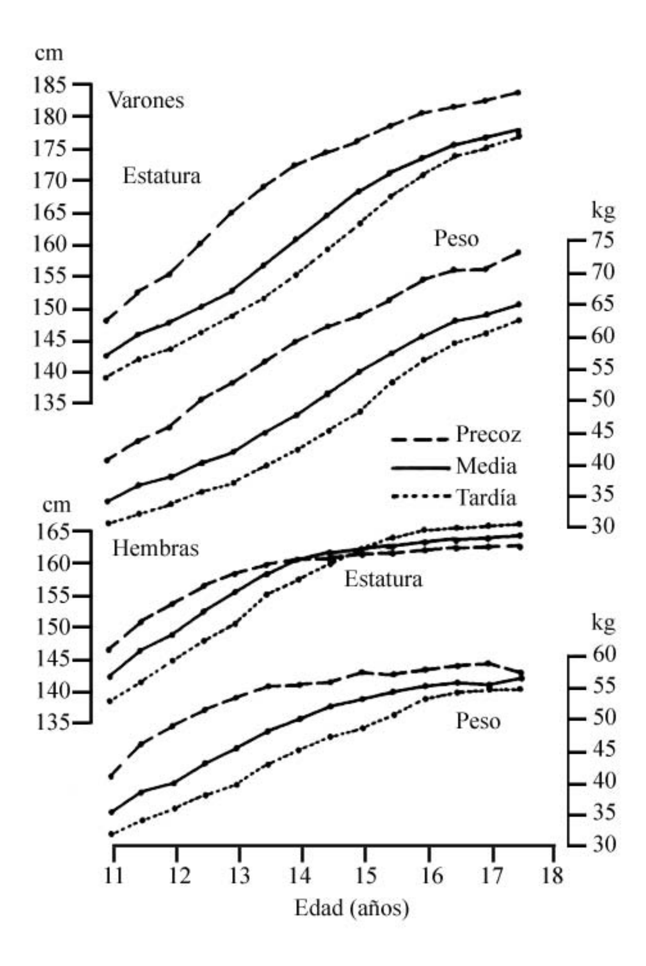


Fig. 6.11. Curvas de la estatura y el peso por sexos, según niveles de maduración. Fuente: Malina y Bouchard (1991).

En la figura 6.12 se muestran los cambios en músculo, hueso y grasa corporal respecto a dos grupos de niños, de 7 a 13 años de edad, distinguidos por el grado de maduración biológica.

Los clasificados como precoces presentan mayores dimensiones corporales durante el período evaluado, respecto a los más retrasados, por lo que cuerpos más robustos se asocian a un crecimiento más rápido en la niñez, que continúa durante la pubertad; las hembras muestran igual tendencia.

Las variables del desempeño motor muestran un patrón similar a las dimensiones del físico, respecto al tiempo maduracional. En la figura 6.13 se expresa la distinción en la fuerza de agarre y la de empuje entre 11 y 18 años en niños adelantados, en promedio y atrasados, según su maduración biológica.

Los maduradores precoces muestran mayor fuerza de agarre y empuje durante todo el período, mientras que los tardíos tienen menos vigor y concluyen el crecimiento de igual forma.

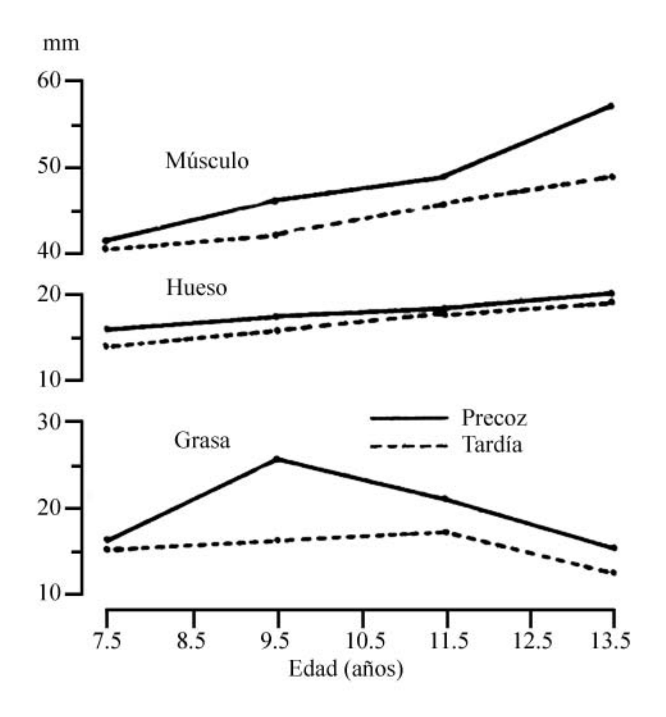


Fig. 6.12. Curvas de crecimiento del músculo, hueso y grasa en varones según nivel de maduración.
Fuente: Adaptado de Malina y Bouchard (1990).

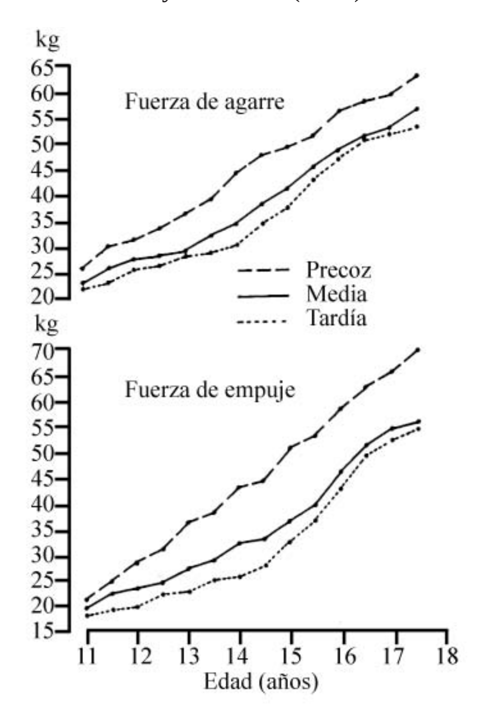


Fig. 6.13. Curvas de crecimiento de la fuerza de agarre y empuje en niños adolescentes.
Fuente: Malina y Bouchard (1990).

Debido a que la fuerza está relacionada con el tamaño corporal, las diferencias en niños con distintos grados de madurez están asociadas con la corpulencia; si se contrasta la fuerza por unidad de peso o unidad de talla, las discordancias entre los grupos se reducen, pero mantienen la misma tendencia que la expuesta con la edad, sobre todo en el sexo masculino.

Otras habilidades que evalúan el desempeño se muestran más desarrolladas durante el crecimiento en los maduradores precoces, entre ellas la velocidad de movimiento de las extremidades inferiores, la fuerza explosiva, la velocidad de la corrida, la fuerza del tronco y la flexibilidad, entre otras.

Igualmente, en las variables que miden la adaptación al ejercicio, como el consumo máximo de oxígeno, volumen cardiaco, se pueden contrastar los niveles de maduración. Los individuos más adelantados en su desarrollo tienen mayor potencia ante el ejercicio, que los atrasados.

En general, el tiempo y la secuencia de cambios en la maduración de los sujetos influyen directamente durante el crecimiento, proporcionando variaciones corporales y en el desempeño motor, que ocasionan distinciones en la velocidad en que los individuos se acercan al estado adulto y aportan modificaciones en el físico.

CAPÍTULO 7

FACTORES CONTROLADORES DEL CRECIMIENTO, LA MADURACIÓN Y EL DESARROLLO

La naturaleza integrada de los mecanismos de crecimiento, maduración y desarrollo es mantenida por la acción continua e inseparable de la herencia y el ambiente. Estos factores influyen también en el performance del individuo.

Es común asumir que el crecimiento, la maduración y el performance son afectados por la herencia biológica y cultural. Esta última incluye el ambiente, las condiciones sociales y el estilo de vida que son transmitidos de padres a hijos a través de la educación y la cultura; el estado socioeconómico representa la influencia de la generación de los padres sobre el genotipo del individuo.

CONTROVERSIA GENÉTICA-AMBIENTE

Los factores genéticos y ambientales son igualmente importantes para la perpetuidad de la especie. Estos factores no son antagónicos, oponibles o separables.

A medida que el ambiente sea más óptimo, más oportunidades tendrán los genes de expresar sus acciones potenciales.

El ser humano no puede existir si uno de estos factores está ausente.

El enfoques fundamental es:

"Cualquier carácter que consideremos no resulta de acciones separadas del ambiente y la genética, mas sí, de la interacción de los factores".

Esto quiere decir que ni los genes ni el medioambiente pueden garantizar separadamente el crecimiento y el desarrollo.

El crecimiento y el desarrollo consisten en modificaciones de dimensión, complejidad, naturaleza, posición, forma, composición y función de todas las partes del organismo. Cada una de las fases de estos procesos está regida por la acción combinada de los genes y del ambiente. El propio organismo como un todo es el resultado final de la interacción de estos factores.

La mejor forma de interpretar los genes es considerarlos como potencialidades, que se expresan en conformidad con el ambiente en que se desarrollan. Se puede representar entonces la herencia como una potencialidad, que permita pensar que los diferentes estados de desarrollo solo pueden expresarse mediante estímulos que provienen del ambiente.

La interacción de los factores genéticos y ambientales se manifiesta en:

- El medio extrauterino.
- El medio intrauterino o maternal.
- El medio celular, en el seno del cual actúan unos genes sobre otros.

Un ejemplo clásico de la acción combinada de la herencia y el ambiente es la homeostasis, que no es más que la situación el equilibrio fisiológico del ambiente interno del organismo; cuando esta armonía se rompe por una acción irreversible del medio, el organismo tiende a llegar a un nuevo equilibrio cuando mejoran las condiciones, que es la homeorresis.

FACTORES GENÉTICOS

Los factores genéticos ejercen su acción en forma permanente durante el transcurso del crecimiento. Permiten la expresión de las variaciones existentes en los sexos y aun entre individuos de un mismo sexo, en cuanto a las características diferenciales de los procesos de maduración. En algunas circunstancias pueden ser responsables de la aparición de enfermedades secundarias la existencia de aberraciones en la estructura de los genes.

El mecanismo hereditario es un fenómeno complejo, multifactorial. La herencia biológica representa la influencia de la generación de los padres sobre la generación de la descendencia mediada por los genes.

La influencia genética es debida a un gen o un grupo de genes codificados en el ADN de los cromosomas del núcleo de la célula. Ellos aportan el patrón genético de los individuos.

La totalidad de la información genética en un organismo es el genoma. Existe otro término, el genotipo, que se refiere a la dotación genética de un determinado individuo, aunque a veces se confunden los dos vocablos. La expresión externa de este genotipo es el fenotipo, que es lo que se puede apreciar.

La biología de los genes y las características del genoma son muy complejas y están referidas a un número de cromosomas que contienen a los primeros. La mayoría de las células humanas contienen 46 cromosomas, llamados autosomas, pero las células reproductoras poseen 23. Los 22 primeros son comunes para los de los sexos, pero el último par en la mujer está compuesto por dos grandes cromosomas X y en el hombre por un cromosoma X y otro Y.

Mediante el método fotográfico se obtiene el cariotipo que es el retrato de las disposiciones de los cromosomas dentro de la célula (Fig. 7.1).

Este método permite observar las anomalías de la herencia, por ejemplo, el síndrome de Down que se manifiesta en los autosomas, o el síndrome de Klinefelter que tiene lugar en los cromosomas sexuales.

Hay 2 conceptos básicos importantes para el estudio de la herencia de los rasgos. El primero es que los genes se encuentran referidos a un lugar dentro del cromosoma, nombrado *locus* (hay muchos *locis* dentro de los cromosomas). El segundo se debe a que los genes que determinan o regulan un mismo carácter reciben el nombre de alelos; estos ocupan posiciones correspondientes en cromosomas homólogos y son formas alternas de un gen.



Fig. 7.1. Representación del cariotipo.
Fuente: Martínez (1987).

CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LA TRANSMISIÓN GENÉTICA

En la transmisión de la herencia es necesario definir la homocigosis, en la que los alelos de un gen son iguales y la heterocigosis, cuando los alelos son diferentes.

Estas características determinan los efectos que se describen a continuación.

Dominancia. Expresa la fuerza de la manifestación de un alelo determinado dentro de un locus. Esto ocurre cuando en alelos diferentes, uno domina sobre otro y anula sus efectos. Hay una acción intralocus, por ejemplo, el albinismo, donde se producen 2 alelos A y a. Cuando se origina la combinación Aa no se expresa la variación genética y el rasgo es normal, pero si es aa aquí se manifiesta el albinismo, porque el carácter es recesivo.

Codominancia. Aquí los alelos no muestran dominancia ni recesividad para un carácter, por ejemplo, el sistema de grupos sanguíneos MN.

Aditividad. Representa el efecto acumulativo de los diferentes alelos. Un ejemplo que se puede señalar es la estatura, como el resultado del efecto aditivo de un grupo variado de genes.

Epistasia. Se produce cuando la interacción genética no ocurre solamente entre alelos de un mismo *locus* en el cromosoma homólogo, sino también con otros alelos en otros *loci*. Hay una acción interloci.

MANIFESTACIONES DE LA HERENCIA

Herencia monofactorial autosómica. Es la referida a los autosomas, que se agrupan en pares homólogos. Cada par contiene alelos que determinan las mismas características. Aquí la herencia de un carácter o dolencia se transmite por un par de alelos de cromosomas no sexuales. En el ser humano también existen enfermedades trasmitidas por este mecanismo, por ejemplo, el albinismo,

en el modo recesivo. Contiene 2 alelos Aa y la anomalía se produce cuando el alelo aa está presente en los cromosomas homólogos. Otro ejemplo es la fenilcetonuria, donde un gen anormal es el responsable del rompimiento de la cadena de la fenilalanina, de ahí el origen de esta enfermedad. En el modo dominante está la corea de Huntington y la braquidactilia, entre otros.

Consanguinidad. Es un fenómeno observado en matrimonios entre familiares; son susceptibles a ser desfavorables, porque se facilitan las combinaciones homocigóticas de los alelos recesivos con mayor frecuencia. Hay una elevada mortalidad por diferentes dolencias genéticas. Un ejemplo de esta manifestación genética es el mongolismo.

Alelos múltiples. Cuando pueden existir diversos estados mutantes localizados para un mismo *locus*, por ejemplo, el sistema de grupos sanguíneos ABO. En A se expresa la dominancia y la recesividad; en B existe dominancia y recesividad; en AB hay codominancia y en O se produce la recesividad. También se puede citar el sistema Rh.

Herencia ligada al sexo. Ocurre cuando la transmisión de un carácter se realiza a través de los cromosomas sexuales, por ejemplo, el daltonismo; aquí la herencia para la ceguera de los colores es debida al cromosoma X. Otros ejemplos son: la distrofia muscular, deficiencia de la 6-fosfato-deshidrogenasa. La hipertricosis del pabellón de la oreja, la hemofilia y la presencia normal de la barba se heredan a través del cromosoma Y.

Herencia influida por el sexo. Es una herencia autosómica que se manifiesta con mayor frecuencia en un sexo, por ejemplo, la mujer puede ser portadora de la calvicie, mas no expresa este carácter, que sólo se manifiesta en los hombres.

Herencia multifactorial o polimorfismo genético. Se produce cuando varias duplas de alelos diferentes interactúan para la transmisión de un carácter, por ejemplo, el sistema de grupos sanguíneos ABO, estatura, peso, etc. La tabla 7.1 muestra la cantidad de genes que intervienen en la transmisión de algunas partes del cuerpo humano.

Tabla 7.1. Cantidad de genes que controlan algunas de las partes del cuerpo

Partes del cuerpo	Cantidad de genes
Cerebro	67,639
Células sanguíneas	23,505
Músculos del esqueleto	4,639
Hígado	37,807
Ovarios	3,848

Fuente: Berovides (2001).

La herencia multifactorial está más esclarecida cuando se considera la influencia del ambiente sobre el material genético, a través de las diversas generaciones.

FENÓMENO DE LA VARIACIÓN

La variabilidad del crecimiento, maduración, performance deportivo-motor está dada por la recombinación del material genético (variación genética) y la influencia de factores socioculturales y ambientales (variación de envolvimiento). Todas están consideradas en términos de población.

La variabilidad puede ser:

- Intrapoblacional. Hay variaciones de las frecuencias de los genes de determinados rasgos para los individuos de la misma población.
- Entre poblaciones. Existen variaciones de las frecuencias de los genes entre diferentes grupos étnicos o variación politípica. Esta variación es mucho menor que la que ocurre dentro de la población.

La variación genética en el contexto poblacional puede ser:

- Discreta. Cuando la variación de los alelos de un único *locus* para un carácter no se expresa en formas intermediarias, por ejemplo, del grupo sanguíneo ABO, puede existir 20 % de individuos con sangre tipo A, etc.
- Continua. La variación producida por numerosos alelos en diferentes *loci* expresa el carácter en distribuciones continuas, por ejemplo, estatura, fuerza, coordinación, etc. Hay individuos más altos o menos altos, más fuertes o menos fuertes.

En el contexto de la genética cuantitativa existe un principio básico:

Variación fenotípica = variación genética + variación de envolvimiento + interacción + error

La variación fenotípica es la expresión externa de las características, por ejemplo, peso, estatura, fuerza, VO_2 max.

La variación fenotípica depende de factores genéticos y de los no genéticos. Los primeros constituyen una función de la frecuencia genética y su distribución, que dependen de las características de la población. El origen de las variaciones no genéticas es muy diverso.

La variación genética es la variación de la transmisión de los genes de generación en generación en el grupo poblacional. Es la contribución del patrimonio genético transmitido por los progenitores en un fondo común de genes de su grupo, por ejemplo, en condiciones iguales para un carácter las diferencias se expresan exclusivamente por el genotipo.

La variación de "envolvimiento" constituye las variaciones sociales, culturales, climáticas, etc. En ello se puede distinguir el "envolvimiento" común, que es el efecto particular o fraccionado en el contexto habitacional, cultural, y en otros aspectos, que le es transferido al individuo por su agregado familiar y que expresa las tendencias, intereses, diferencias que le son transmitidas por los progenitores a la descendencia. Por otra parte, hay un "envolvimiento" no fraccionado, que constituye los aspectos únicos del sujeto y expresan sus intereses e impulsos personales, que no se relaciona a su seno familiar.

La interacción representa las diferencias en las respuestas de los individuos en el mismo "envolvimiento" y en "envolvimientos" diferentes, por ejemplo, no todos los individuos exhiben una misma respuesta al entrenamiento, algunos tienen una sensibilidad más elevada que otros.

Dentro de la interacción se encuentran otros factores de covariación, que pueden influir positiva o negativamente, por ejemplo, favorecer en el seno de la familia al individuo con talento para la música, un ambiente muy propicio para su desarrollo.

En la figura 7.2 se ejemplifica de conjunto las variaciones fenotípicas y sus componentes.

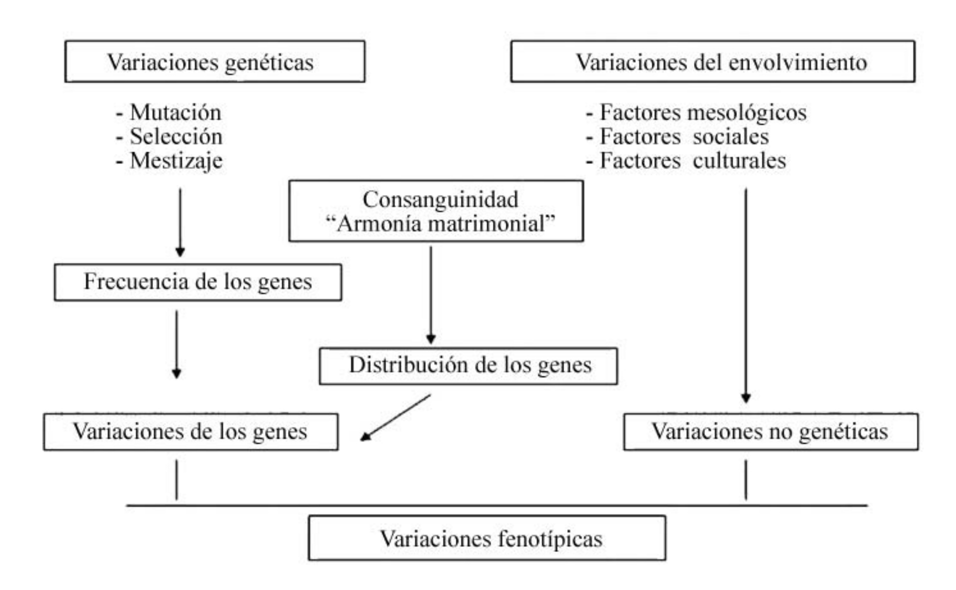


Fig. 7.2. Representación de las variaciones fenotípicas.
Fuente: Díaz y Martínez (1983).

Dentro de las variaciones genéticas se incluyen la mutación, las fuerzas selectivas y la heterosis, que proporciona el intercambio genético a través del mestizaje, además de la distribución de los genes de la población para un rasgo determinado. Por otra parte, la consanguinidad y la armonía matrimonial (tendencia a las uniones entre individuos con fenotipos parecidos) influyen en la distribución genética. Dentro de las variaciones no genéticas se pueden encontrar una serie de influencias del medio (mesológicas), además de los factores sociales y culturales, así como la edad, sexo, condiciones de género, etc., de los parentales.

Un ejemplo concreto del modelo poblacional se puede ver en el comportamiento supuesto de 4 fenotipos sobre el rasgo consumo máximo de oxígeno (VO_2max) de la figura 7.3.

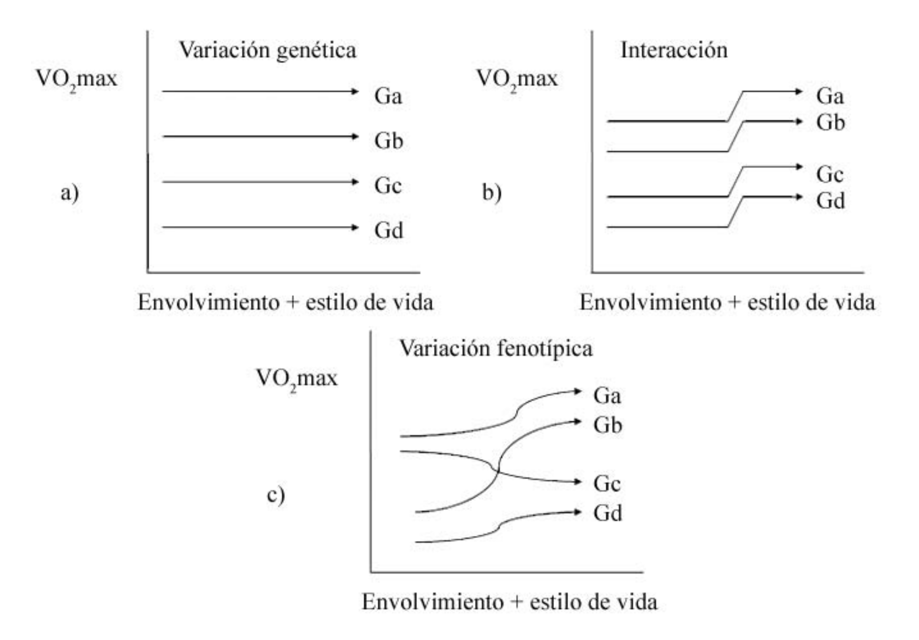


Fig. 7.3. Interacción de las variaciones genéticas y ambientales sobre el consumo máximo de oxígeno.
Fuente: Maia (1996).

La figura 7.3a representa las variaciones genéticas, suponiendo que las condiciones ambientales, el estilo de vida, los factores culturales, etc., son iguales. Esto es equivalente a considerar esta variación como cero, para concluir que la única diferencia se expresa exclusivamente por el efecto del genotipo; es decir, que el consumo máximo de oxígeno tiene un componente debido a los factores genéticos, que hace que los 4 individuos sean diferentes, si las condiciones del medio son homogéneas.

En la figura 7.3b se analiza la interacción de los genotipos de los individuos con el efecto de la carga del ejercicio físico. No todos los individuos exhiben la misma respuesta al entrenamiento, porque tienen una sensibilidad diferente. Ga y Gb tienen una respuesta elevada, es decir, tienen un mayor performance; por su parte, Gc y Gd responden débilmente al ejercicio, con menores valores del consumo máximo de oxígeno.

Finalmente, la figura 7.3c muestra el efecto combinado de la variabilidad de los genes, el ambiente y la interacción de los factores que proporciona la variación fenotípica, por lo que se observa la norma de reacción individual de los 4 genotipos. La variabilidad de los individuos en sus diferentes expresiones, por su dotación y plasticidad ante el efecto de la actividad física controlada, manifiesta la particularidad de la eficiencia física en cada sujeto.

HEREDABILIDAD

La heredabilidad es un concepto fundamental de la genética cuantitativa para comprender la transmisión de las características en el proceso de crecimiento, maduración y desarrollo. El coeficiente h^2 es una expresión matemática para medirla.

La heredabilidad expresa el nivel de la variación fenotípica que depende de los genes, dentro de la población. Para ello, en un sentido estricto se han realizado los estudios de semejanza familiar (familias nucleares), en el contexto de transmisión de la variación genotípica a la descendencia. De forma amplia están los estudios en gemelos.

La heredabilidad se refiere a la población y no al individuo; constituye una estadística descriptiva para determinar la parte del componente genético en la variabilidad del rasgo al nivel poblacional, por ejemplo, un $h^2 = 0{,}80$ para la estatura, significa que el 80 % de la variación en la estatura de la población estudiada es debida a diferencias genéticas.

La heredabilidad no es constante dentro de la población, porque depende de los factores genéticos y del "envolvimiento" en un momento dado; su valor varía de población a población en un rasgo específico y es también variable en el tiempo.

La heredabilidad no es absolutamente precisa. Es una característica muestral y como tal está acompañada de datos de determinación del error e intervalos de confianza.

La heredabilidad solo está relacionada con la característica medida, por tanto no es de aplicabilidad genérica. Por ejemplo, con una prueba de dinamometría manual no se puede inferir la capacidad de la fuerza del ser humano.

Para analizar la relación parental se calcula el h^2:

Gemelos monocigóticos (MZ): Va + Vd:
$h^2 = 1{,}00$ (comparten los mismos genes); todos son iguales.

Gemelos dicigóticos (DZ): ½ Va + ½ Vd
$h^2 = 0{,}50$ (comparten los mismos genes); la mitad son iguales.

Hermanos: ½ Va + ¼ Vd
$h^2 = 0{,}50$ (comparten los mismos genes); la mitad son iguales.

Padre (madre): ½ Va
$h^2 = 0{,}50$ (comparten los mismos genes); la mitad son iguales.

Tío (a)-sobrino (a): ¼ Va
$h^2 = 0{,}25$ (comparten los mismos genes); un cuarto son iguales.

Para el cálculo de h^2 se emplean varias fórmulas y procedimientos, en función del modelo de estudio, sea el de gemelos o de semejanza parental. En ambos casos también pueden emplearse, fundamentalmente, el análisis de la varianza y el de correlación.

Se han realizado estudios genéticos de muchos de los rasgos antropológicos entre parientes, los cuales afirman que existe un mayor parecido genético entre las medidas longitudinales, como la altura esternal, longitud del brazo, la pierna y otras, además de los diámetros, aunque de estos, los referidos a la pelvis son

menos heredables. Hay semejanzas menores en las circunferencias corporales, especialmente en las extremidades, las que se relacionan con la grasa subcutánea y muy poco control genético en las estimaciones del tejido adiposo en general.

Para las medidas de la cara y la cabeza se observan coeficientes de heredabilidad más bajos que las dimensiones del cuerpo. En el extremo cefálico hay menor contribución genética para la longitud y la anchura de la cabeza, pero menor en la altura, así como en los diámetros de la frente y de la región mandibular (específicamente la anchura bigonial). Por otra parte, hay menores valores en las correlaciones genéticas para las medidas de la nariz y de la boca.

No obstante, todas estas dimensiones mencionadas expresan la contribución importante de los genes de los rasgos antropométricos. Es oportuno indicar que se debe tener cautela al comparar poblaciones diferentes, aun cuando estas sean homogéneas y de condiciones ambientales similares.

GENÉTICA DEL CRECIMIENTO, LA MADURACIÓN Y EL PERFORMANCE

En la etapa prenatal la regulación genética es débil. Los valores de la autocorrelación de la estatura entre el nacimiento y el estado adulto solo alcanzan valores de 0,2 a 0,3. Al momento del nacimiento existe una mayor correlación de los rasgos de los hijos con la madre, que con el padre, a causa del regulador materno.

La madre puede influir en el crecimiento y el desarrollo de su hijo durante el período prenatal mediante:

- El genotipo de la madre, que afecta el ambiente interno del niño.
- Aquellos genes de la madre que no fueron transmitidos al niño, afectan también su ambiente interno.
- El tipo de metabolismo característico del ambiente intrínseco del organismo materno también afecta.

Se ha planteado que los 2 primeros aspectos constituyen influencias paragenéticas, porque el genotipo materno está implicado. En cuanto al tercer aspecto, se refiere a influencias no genéticas, pero se dice que aquí hay un cierto componente hereditario no genético, debido a que el hábito metabólico de la madre fue a su vez afectado por la madre de ella. Esto se adquiere solamente por vía materna y recibe el nombre de *regulación intrauterina del crecimiento*.

El desarrollo del feto responde no solo a su propio genotipo, sino también a las características maternas. Se considera que el peso al nacer depende solo alrededor de un 16 % del genotipo fetal, debido a la influencia del ambiente intrínseco materno, la nutrición y los hábitos de la madre durante el embarazo.

Posteriormente el niño comienza a manifestar independencia de la madre, no solo en la nutrición, sino también por su propia regulación genética. A medida que transcurre el crecimiento el genotipo del sujeto se expresa con mayor fuerza.

A los 3 años la autocorrelación de la estatura es de 0,8, lo que indica que ya el niño está entrando en posición del control de su genoma.

Existen características con mayor influencia de los genes (con mayor heredabilidad) y otras con predominio de los factores ambientales (envolvimiento).

En cuanto a las dimensiones corporales, existen medidas mesoestables (que tienen una mayor influencia genética), entre ellas se pueden citar la estatura, diámetros, longitudes y perímetro cefálico. Hay otras mediciones del cuerpo llamadas mesolábiles (que presentan una mayor influencia del medioambiente), como el peso, pliegues de grasa subcutánea, perímetros de partes blandas.

En el análisis específico de la regulación genética de la estatura y el peso hay varias generalizaciones importantes:

- Los genes asociados a la longitud total y al peso del niño poseen un efecto reducido en los genes responsables de estas características en el estado adulto.
- Hay un conjunto de genes asociados a la estatura y el peso del estado adulto.
- Hay un conjunto de genes que regulan la tasa de crecimiento del tamaño del individuo.

Los valores de la autocorrelación entre la estatura del recién nacido y la del adulto consignan una información acerca de la estabilidad del crecimiento y sobre la regulación genética:

r = 0,2, 0,3	Recién nacido - adulto
r = 0,5, 0,5	Niño al 1er. año - adulto
r = 0,8	Niño a los 3 años - adulto

Los valores confirman que a medida que el niño incrementa la edad, se hace mayor el dominio de su patrimonio genético. Las correlaciones padre-hijo, hermanos y gemelos también indican que la heredabilidad de la estatura es baja al nacimiento, pero con el decorrer de la edad alcanzan valores próximos a los 0,3 y 0,4 en la adolescencia.

Entre los gemelos, las correlaciones que muestran el parecido genético de la estatura y el peso son más elevadas. Se han encontrado valores crecientes con la edad para homocigóticos (MZ), pero en dicigóticos (DZ) la semejanza genética disminuye (tabla 7.2). Parece ser que el patrón adulto de similitud de la estatura entre los gemelos se establece alrededor de los 2 años de edad.

El control genético de la estatura se estima en un 60 %, lo que significa que la diferencia individual en la expresión fenotípica se explica en esa proporción. El estimado genético para el peso es mucho menor, alrededor de un 40 %. Esas apreciaciones son consistentes con la noción de que los padres de más alta talla y peso tienden a tener una descendencia con estos mismos rasgos. No obstante, hay excepciones que caen dentro del error típico, pues la heredabilidad de estas dimensiones está por debajo del 100 %.

En el contexto de la maduración biológica hay menos información sobre la función de los genes en la regulación de los indicadores de madurez esquelética,

Tabla 7.2. Correlaciones para la estatura y el peso entre gemelos monocigóticos (MZ) y dicigóticos (DZ)

Edad	Estatura		Peso	
	MZ	DZ	MZ	DZ
Nacimiento	0,66	0,77	0,64	0,71
3 meses	0,77	0,74	0,78	0,66
6 meses	0,81	0,70	0,82	0,62
1 año	0,86	0,69	0,89	0,58
2 años	0,88	0,59	0,88	0,55
6 años	0,94	0,56	0,87	0,57
9 años	0,93	0,49	0,88	0,62

Fuente: Adaptado de Wilson (1986).

sexual, somática y dental. Pero parece que el genotipo posee una influencia importante en el tiempo y la secuencia de eventos de la maduración.

Por ejemplo, existe una regulación genética comprobada en gemelos, para el momento del "salto" de la adolescencia para la estatura y el peso, siendo mayor para los monocigóticos que para los dicigóticos. Otro efecto importante es el reportado en el tiempo de osificación, donde puede haber genes involucrados, localizados en el cromosoma X, lo que explica la precocidad de las niñas. Por otra parte hay alguna evidencia de que el efecto genético en indicadores de la maduración dental alcanza el 80 %.

La maduración sexual tiene un fuerte control genético, comprobado en el desarrollo de características sexuales en estudio de gemelos. Para la edad de la menarquia se manifiesta una tendencia en las correlaciones para el parecido genético de este rasgo (tabla 7.3).

Tabla 7.3. Correlaciones para la edad de la menarquia

Edad de la menarquia	Coeficiente de correlación
Gemelas idénticas (MZ)	0,9
Gemelas dicigóticas (DZ)	0,6
Hermanas	0,4
Madre-hija	0,3

El parecido genético es mayor entre gemelas homocigóticas. A medida que la relación familiar es más lejana, disminuye el valor de la asociación. Lo anterior corrobora la regulación del tiempo de menarquia. A pesar de que este es el indicador más común en la adolescencia, hay tendencias similares para otros caracteres sexuales secundarios, como desarrollo mamario y genital, además del vello pubiano, pero su estudio no está muy extendido.

La longitud y los diámetros de los huesos largos muestran también cierto grado de regulación genética, el estimado de la contribución es alrededor de un 60 %.

El músculo esquelético en su estructura interna y en su composición bioquímica está mediado por los genes; con respecto al tamaño (basado en medidas radiográficas), se sugiere una regulación genética parcial durante el crecimiento.

En el tejido adiposo, en cantidad y distribución, los genes parecen contribuir poco. En la figura 7.4 se sugiere que el 25 % de la variación de la grasa total, así como la relación entre sitios subcutáneos del tronco y la extremidad está mediada por los genes

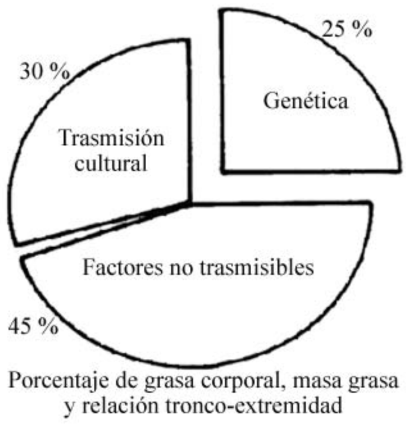


Fig. 7.4. Proporción de la variación genética y cultural entre generaciones y efectos no genéticos sobre la cantidad y distribución de la grasa corporal.
Fuente: Bouchard et al. (1988).

Por otra parte se indica que la grasa interna y los depósitos viscerales son las subfracciones del tejido adiposo que están más afectadas por el genotipo. A esto se le añade que las propiedades metabólicas del tejido adiposo están también determinadas genéticamente.

En cuanto a la tasa metabólica en reposo, está determinada por la masa libre de grasa. Pero cuando esta es controlada en conjunto con la edad y el sexo, hay entre 15 y 20 % de la variabilidad que es explicada por un efecto genético.

La performance aerobia ha tenido puntos de controversia, pero hay resultados que demuestran que el consumo máximo de oxígeno es el resultado de la influencia de un gran número de genes. El VO_2max/kg de peso alcanza el 40 % de las diferencias individuales por efecto genético y 25 % cuando se analiza por kilogramo de masa magra.

Estudios de corta duración de la performance anaerobia indican que el efecto genético puede alcanzar hasta el 50 % de la variación.

La performance motora analizada con diversas tareas (salto, carreras, etc.) tiene un fuerte componente genético, cerca del 50 % de la variación.

Datos de diferentes estudios indican que el entrenamiento no es igual en las diferentes edades. Pero en los jóvenes hay datos que revelan un gran parecido en el entrenamiento para individuos con un mismo genotipo (gemelos), por tanto se pueden esperar respuestas altas o bajas al ejercicio regular, dependientes del genotipo individual.

Varios estudios genéticos demuestran que las medidas de la fuerza muscular, siempre y cuando las variables sexo, edad y peso corporal sean controladas, tienen un control genético importante, aunque la magnitud del efecto ha sido difícil de cuantificar.

El aprendizaje de las tareas motoras implica un mejoramiento en el performance con la práctica, a través del tiempo. Aunque la evidencia experimental no es muy accesible, algunos datos obtenidos a partir de tareas motoras finas y gruesas complejas parecen indicar que la tasa de aprendizaje es más parecida entre los gemelos monocigóticos que entre los dicigóticos. De esta forma se infiere que el genotipo individual parece influir en la facilidad con que el niño aprende nuevas tareas motoras, o las mejore con la práctica.

REGULACIÓN GENÉTICA EN EL CAMBIO DE LOS CARACTERES BIOMÉTRICOS CON LA EDAD

Como se ha observado en diferentes ejemplos, el valor de las correlaciones calculadas entre las dimensiones parentales y la descendencia puede variar en algunos rasgos, en función de la edad de los últimos.

En párrafos anteriores se muestra que, aunque el control genético aparece bajo al nacimiento, la correlación de la estatura aumenta sensiblemente hasta los 2 años y menos perceptiblemente después de esta edad, hasta la adolescencia, después de la cual se obtienen altos valores.

Las expresiones genéticas de las características que se han estudiado van aumentando con la edad y las mayores correlaciones padres-hijos se obtienen en la edad adulta, en los rasgos heredables, como por ejemplo en la talla, diámetros, circunferencia de la cabeza y todos los de mayor estabilidad, respecto al envolvimiento.

Para el peso hay una excepción, la correlación padre-hijo (a) es nula al nacimiento, mientras que la de la madre-hijo (a) es elevada, a causa de la influencia de los factores maternales y uterinos al nacer. Posteriormente hay una disminución del coeficiente de correlación madre-descendencia.

INFLUENCIA DEL SEXO

Durante el crecimiento se determinan variaciones en tamaño, forma, así como las diferentes fracciones que componen el cuerpo, rendimiento atlético y nivel de maduración biológica, que contribuyen a un dimorfismo sexual de los rasgos, el cual se va incrementando con la edad hasta tener su máxima expresión en la pubertad. Estos cambios están en el plan genético del individuo y van aconteciendo acompañados de variaciones del envolvimiento, que tienen su mayor influencia en los rasgos mesolábiles.

Al nacimiento casi no se reportan distinciones entre los sexos en la mayoría de las mediciones corporales; en algunos estudios se identifica el mayor peso y talla al nacer para el sexo masculino, mientras que en otros grupos de datos no se aprecian diferencias significativas. Durante la primera etapa de la vida posnatal las diferencias pueden aparecer como término medio para algunas dimensiones y a medida que avanza el crecimiento se van observando tendencias hacia un dimorfismo sexual incipiente, que va a quedar plenamente establecido en la adolescencia. Después del pico de crecimiento de la estatura y las distintas proporciones, el individuo alcanza el patrón adulto.

En la figura 7.5 se muestran las tendencias dimórficas de un grupo de dimensiones corporales en recién nacidos, lactantes y escolares cubanos, entre 4 y 12 años.

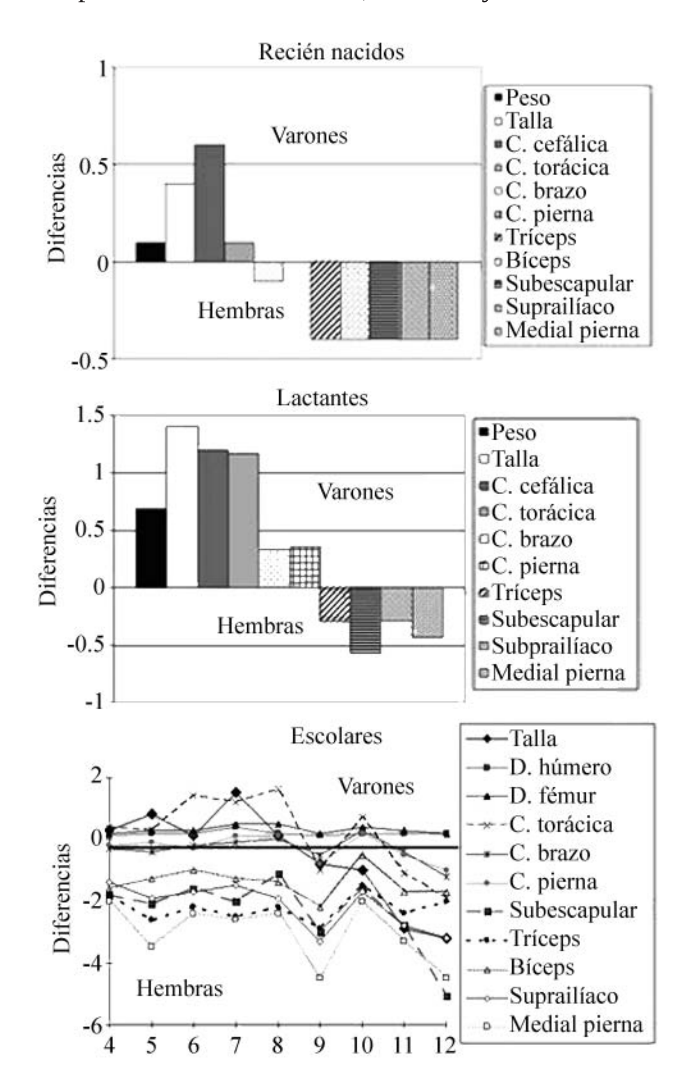


Fig. 7.5. Dimorfismo sexual durante el crecimiento.
Fuente: Datos de la autora.

La figura está construida de modo que las diferencias encontradas a favor de los varones tengan un signo positivo, mientras que el predominio de las hembras se refleja con un signo negativo. La tendencia observada muestra que la estatura, el peso, la cabeza y el tronco tienden a ser mucho mayores en los varones, en las primeras etapas de la vida, mientras la adiposidad es superior en las hembras.

Con la continuidad del crecimiento, la talla y el peso (no representado), así como las mediciones que se relacionan, en general, con el sistema óseo y el músculo esquelético son ligeramente mayores en varones, pero después de la mitad de la infancia se invierte la diferencia hacia el otro sexo, por la llegada de la adolescencia más tempranamente en las hembras. El patrón de la adiposidad continúa siendo mayor, durante toda la infancia y la adolescencia, en el sexo femenino.

INFLUENCIA DE LA RAZA/ETNICIDAD

En la actualidad, el análisis de las influencias raciales y étnicas en un contexto genético, se torna muy controversial, sobre todo en la etapa de crecimiento, donde no se ha llegado aún al establecimiento del patrón morfológico definitivo de la especie, que tipifica a los individuos.

Durante mucho tiempo se indicó que existían diferencias a nivel de la frecuencia genética en algunas características, que se manifestaban durante el crecimiento, maduración y desarrollo somático. Entre estas se pudieran citar: la diferente relación hombro-cadera entre europoides, asiáticos y negroides; extremidades más cortas en los asiáticos, intermedias en los europoides y largas en los negroides; poca estatura sentada en negroides; mayor cantidad de tejido adiposo en europoides y muchos otros rasgos que se han señalado en la literatura antropológica.

Sin embargo, hoy en día se sabe que las diferencias planteadas solo provienen de una tendencia estadística, como poblaciones, que difieren de un promedio en un número grande de rasgos disímiles que están bajo un control genético y se asocian entre sí debido a un origen común, en términos evolutivos.

Pero cualquier regla para definir diferencias en los rasgos físicos y psicosociales, originados por las frecuencias de los alelos de genes que las controlen entre diferentes poblaciones, con el fin de definir una raza, es puramente improcedente. Las diferencias absolutas promedio en frecuencias de alelos de los genes para los distintos rasgos en la población total mundial se distribuyen de forma continua. Esto indica que el número de categorías diferentes (razas) que se pueden definir dentro de esa distribución es arbitrario, porque depende del grado de diferencia genética elegido como criterio de clasificación o del nivel de confiabilidad aceptado respecto a la identificación correcta del supuesto ancestro común.

Las llamadas diferencias raciales son el resultado de la evolución biológica que ocurrió en el genoma humano, el cual contiene muchos genes polimórficos,

que contribuyen enormemente a la variación biológica. Además de estos genes, existen otros en gran cantidad que no son polimorfos, por lo que no contribuyen a la variación de la especie y apoyan la fijación de los rasgos dentro de la evolución humana; las funciones fisiológicas, en su mayoría, son controladas por esos últimos, que son muy importantes para el desarrollo del organismo y un cambio en ellos podría resultar letal para el individuo. Muchos de estos genes no solo se comparten con el propio hombre, sino con otras especies, por ejemplo, el chimpancé y el gorila.

Lo anterior significa que el pequeño porcentaje de genes que los humanos y esos otros primates no comparten son los responsables de las profundas diferencias fenotípicas entre ellos y estas resultan muy pequeñas, comparadas con las otras especies animales. Si se analizan aquellas características que han sido comprometidas en una definición racial, se puede concluir lo irracional de las clasificaciones; los estudios actuales ya permiten afirmar que no existen diferencias genómicas entre individuos de diferentes grupos étnicos. Es oportuno indicar que la etnia se refiere a una población de la especie, -generalmente con ciertos rasgos biológicos comunes- configurada con una tradición cultural y lingüística propia.

Las variaciones de los rasgos heredados en el ser humano son el resultado del proceso de la mutación o cambio genético espontáneo y la recombinación de esos genes, unidos a los mecanismos de la selección natural y cambios en la frecuencia, causados por las migraciones y los patrones de mestizaje de las poblaciones.

Otra parte muy importante de la discusión sobre las razas es su definición como construcciones sociales creadas por grupos dominantes, en las relaciones de poder de una sociedad dada, lo que da origen a los prejuicios raciales, el segregacionismo y el racismo.

En este sentido, durante mucho tiempo fueron malinterpretadas diferentes variaciones biológicas entre los individuos en crecimiento. En épocas anteriores se publicaron disímiles estudios que indicaron, por ejemplo, que niños negros o no blancos tenían menores pesos y estaturas durante todo el crecimiento, tributario a causas genéticas, sin analizar la función que el envolvimiento (con malas condiciones de vida, salud y nutrición, entre otras), tenía sobre ellos.

En el contexto de la evaluación del desarrollo también fueron mal justificados los *tests* de inteligencia aplicados a niños negros norteamericanos, sin considerar el factor socioeconómico, de aprendizaje y el estado nutricional como aspectos totalmente influyentes en los resultados de la prueba.

La raza también ha sido asociada a diversas entidades patológicas, como lepra, sífilis, anemia falciforme, hipertensión arterial, cáncer de próstata e inflamación pélvica, entre otras, partiendo de un supuesto criterio causal de una susceptibilidad que involucra a la raza con diversos padecimientos. Los avances en el estudio del mapa genético del ser humano van a la búsqueda del gen o los genes dentro de cada "raza", causantes de determinadas enfermedades, minimizándose en muchas ocasiones el importante papel del envolvimiento.

De acuerdo con las problemáticas expuestas queda claro que, antes de considerar o no si las clasificaciones raciales se aplican a los estudios de crecimiento, es necesario despojarse de una serie de criterios erróneos en las evaluaciones y considerar el verdadero papel de los genes dentro de la variación de los rasgos físicos.

REGULACIÓN HORMONAL

Los factores neuroendocrinos participan en el funcionamiento normal del organismo. Su actividad se traduce en el efecto modulador que ejercen sobre las funciones preexistentes. Las hormonas y agentes que regulan el crecimiento ejercen su acción a través de mecanismos específicos y a edades determinadas de la vida, tanto en la etapa de crecimiento prenatal como en la posnatal.

Las glándulas de secreción interna producen y segregan hormonas que actúan sobre órganos y tejidos del cuerpo, entre ellas están la hipófisis, tiroides, paratiroides, timo, suprarrenales, páncreas, ovarios, testículos, etc.

Las hormonas tienen una acción principalmente reguladora y se separan en 3 categorías:

1. Morfogénesis. Las hormonas de este grupo regulan el crecimiento y la maduración del individuo: la velocidad de crecimiento del cuerpo y sus partes, la maduración de las gónadas y los caracteres sexuales secundarios.
2. Integración. Aquí se incluyen aquellas que integran la actividad del cuerpo como un todo, regulan las respuestas del organismo y reacciones adaptativas.
3. Mantenimiento. En esta categoría están las que actúan para mantener el ambiente interno del cuerpo y la accesibilidad de nutrientes o sustratos.

El influjo hormonal de varias glándulas endocrinas está mediado por la relación entre el hipotálamo y la hipófisis anterior, lo que se conoce como eje hipotálamo-hipofisiario y realiza un mecanismo regulatorio de retroalimentación.

En la figura 7.6 se ilustra la relación entre el hipotálamo y la glándula hipófisis o pituitaria.

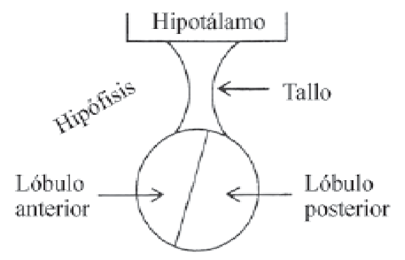


Fig. 7.6. Esquema de la relación entre el hipotálamo y la hipófisis.
Fuente: Malina y Bouchard (1991).

El lóbulo anterior de la hipófisis responde a estímulos neurales a través de sustancias neurosecretoras, liberadas dentro de la red de vasos sanguíneos que conecta la hipófisis y el hipotálamo. Estas sustancias neurosecretoras son hormonas producidas por células nerviosas del hipotálamo y fluyen a través del tallo de la hipófisis hasta el lóbulo anterior de esta glándula. Los neurosecretores son los llamados factores de liberación que estimulan la secreción de las hormonas trópicas específicas del lóbulo anterior de la hipófisis.

GLÁNDULAS ENDOCRINAS Y HORMONAS

Hipófisis o pituitaria. Es la glándula primaria para la regulación del crecimiento y el desarrollo. Su lóbulo anterior es especialmente importante para la producción de:

- Somatotropina: hormona del crecimiento.
- Corticotropina: estimula la corteza suprarrenal.
- Tirotropina: hormona estimulante de la tiroides.
- Gonadotropinas: hormona foliculoestimulante (FSH), luteotrópica (LH), que estimulan las gónadas.

Con excepción de la somatotropina, las otras hormonas estimulan y mantiene la actividad funcional de otras glándulas endocrinas.

La somatotropina es esencial para un crecimiento normal, se detecta hacia la novena semana de vida fetal y su secreción disminuye a partir de los 30 años. Se le atribuyen las acciones específicas de estimular el crecimiento, diversas funciones metabólicas y la síntesis proteica en situaciones normales de alimentación, facilitando el transporte de aminoácidos en los músculos, tejido adiposo, cartílagos y otros tejidos conectivos. La actividad varía durante el día, siendo más intensa en los períodos de sueño (Fig. 7.7).

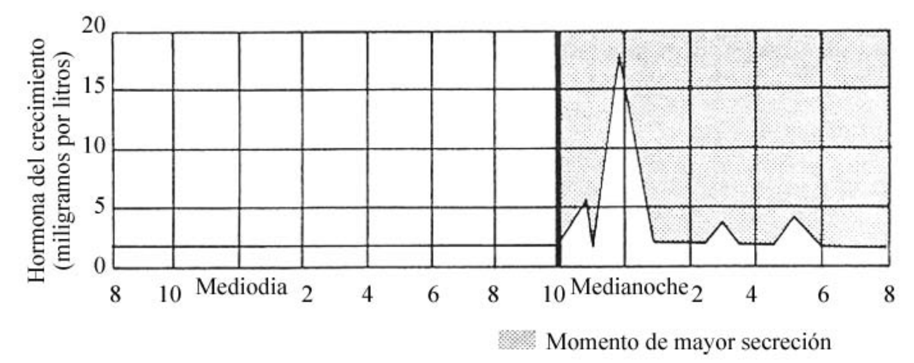


Fig. 7.7. Secreción de la hormona del crecimiento durante el día.
Fuente: Pérez (1987).

La hormona del crecimiento tiene muy poca actividad diurna, pero en la primera mitad del horario nocturno entra en acción, alcanzando los mayores valores cerca y antes de la media noche, para luego disminuir. El número y la intensidad de las ráfagas nocturnas de la hormona aumentan durante el brote de crecimiento de la adolescencia y en la maduración sexual, sin embargo, después de este período el patrón en los adultos es menor que en la etapa prepuberal. Hay factores que modifican los niveles de la hormona de crecimiento, estos son la actividad física, el estado nutricional y el estrés psicológico y social.

Tiroides. Comúnmente es referida como la gran glándula metabólica del cuerpo; esencial para el crecimiento normal y la maduración, produce entre otras la tiroxina.

Tiroxina. Es una hormona estimuladora del consumo de oxígeno y calórico, regula la oxidación de los alimentos, influye en el desarrollo óseo, dentario, muscular, nervioso y circulación. Entre sus efectos más importantes se pueden citar la maduración orgánica del cerebro, osificación de los cartílagos epifisiarios y proporcionalidad corporal.

La hormona tiroidea es necesaria desde la vida fetal; su actividad comienza hacia la 20ma. semana de la vida prenatal o antes y su acción favorece la síntesis proteica a nivel cerebral, así como el desarrollo de los nervios hasta el final del proceso de crecimiento, por lo que su acción tiene que ver más con la maduración ósea y nerviosa que con el crecimiento en longitud.

Con respecto al mal funcionamiento de la glándula tiroides, la deficiencia de la hormona tiroidea ocasiona el hipotiroidismo, con fallos en el crecimiento; en niños con este déficit la velocidad del crecimiento es reducida, se daña el crecimiento de los huesos, persistiendo las proporciones infantiles, con retraso en la maduración esquelética y sexual, así como un desarrollo muscular defectuoso. Si el daño persiste, puede ocurrir también el retraso mental.

Si hay un exceso de la hormona tiroidea se produce, en cambio, el hipertiroidismo, con un crecimiento excesivo del individuo al inicio, pero después puede ocurrir una reducción del peso corporal, debido a un incremento de las demandas metabólicas, con una depleción de la energía.

Paratiroides. Es la única que no parece estar bajo la influencia de las hormonas del lóbulo anterior de la hipófisis, segrega las paratormonas.

Paratormona. Interviene en el metabolismo del calcio y de los fosfatos, función de la vitamina D, formación de los huesos y de los dientes. Tiene un efecto específico también sobre el riñón y el tracto gastrointestinal.

Páncreas. Su función es fundamentalmente digestiva. Una pequeña porción, los islotes de Langerhans, es una glándula endocrina que se ocupa de la secreción de dos hormonas mutuamente antagonistas.

Insulina. Es esencial en el metabolismo de los carbohidratos, disminuye la concentración de la glucosa en la sangre y aumenta las reservas del glucógeno (glucogénesis) en el músculo esquelético y el hígado. Actúa también en la lipogénesis.

Glucagón. Función contraria a la insulina. Su secreción aumenta cuando los niveles de glucosa son bajos. Realiza la glucogenolisis (moviliza glucosa a partir del glucógeno). Estimula la lipólisis, incrementando los niveles de ácidos grasos.

Suprarrenales. Comprende 2 glándulas diferentes: la médula adrenal, relacionada a la estimulación nerviosa del sistema simpático y la corteza adrenal, que produce hormonas directamente involucradas en el crecimiento y maduración, así como para otras funciones del cuerpo, entre ellas: esteroides de la corteza adrenal, cuyo principal precursor es el colesterol. Estas hormonas se dividen en dos categorías principales: mineralocorticoides, primordialmente la aldosterona y los glucocorticoides, fundamentalmente el cortisol. También segrega esteroides anabólicos como los andrógenos, de ellos el principal es la dehidroepiandosterona.

La corteza adrenal también produce por conversión enzimática pequeñas cantidades de androstenodiona, testosterona, estrógeno y progesterona.

Gónadas. El peso de las gónadas va variando paulatinamente durante el crecimiento y se incrementa en la adolescencia, en forma más acusada en los testículos (varones) que en los ovarios (hembras). Cada una de estas glándulas tiene dos aspectos funcionales: uno como productor de gametos y otro como secretor de hormonas. Hay secreción de hormonas esteroideas (andrógenos y estrógenos) y progesterona.

Estrógenos. Propician el crecimiento en estatura, aceleran la maduración del esqueleto, aumento del tejido adiposo y otras características.

Progesterona. Participación relevante durante el ciclo menstrual, en la reconstrucción del endometrio, entre otras acciones.

Andrógenos. Favorecen el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios, la fuerza muscular, la masa adiposa, la estatura, etc.

Hay numerosos andrógenos y estrógenos segregados en los testículos y ovarios, pero otros son producidos en la corteza adrenal, o por conversión enzimática de precursores esteroideos de tejidos periféricos, como el adiposo. Todos ellos tienen una participación importante en el crecimiento y desarrollo.

Entre los andrógenos se pueden mencionar la testosterona y la dehidrotestosterona, una de las más potentes en el sexo masculino. La testosterona y otros andrógenos pueden convertirse en estrógenos, inclusive en estradiol en los varones.

En las hembras, el estradiol es el estrógeno más potente y hay otros menos poderosos, que contribuyen con la maduración sexual. La testosterona y otros andrógenos también están presentes en las niñas.

Muchos estudios indican que la testosterona y el estradiol son los marcadores por excelencia de la actividad estrogénica y androgénica en hembras y varones, respectivamente, con bajas concentraciones en la etapa prepuberal y elevadas en la adolescencia, observándose una marcada diferencia entre los sexos. (Fig. 7.8).

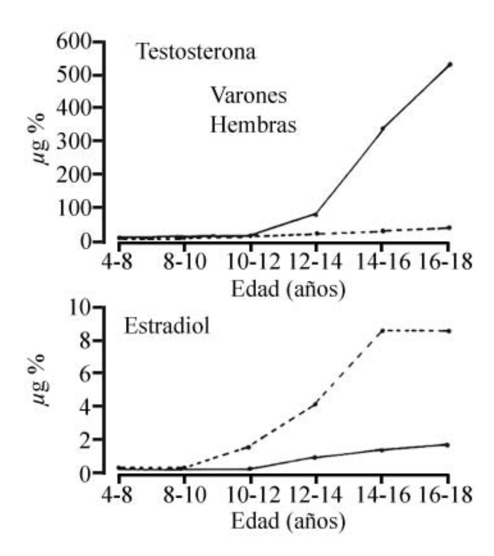


Fig. 7.8. Concentraciones de testosterona y estradiol durante el crecimiento.
Fuente: Malina y Bouchard (1991).

Estas hormonas garantizan, específicamente, el inicio y la función de la capacidad reproductiva con su acción sobre los caracteres sexuales secundarios. En los varones, los andrógenos son los responsables del desarrollo de los testículos, pene, escrotos, vesículas seminales, próstata, así como la pilosidad púbica, axilar y facial, además del cambio de voz. En las hembras, los estrógenos actúan en la maduración de los ovarios, trompas de Falopio, útero, vagina, características externas de los genitales, mamas, desarrollo del vello púbico y axilar.

Un resumen breve de la regulación hormonal durante el crecimiento se aprecia en la figura 7.9.

La acción hormonal de las glándulas endocrinas está mediada a través de la interrelación entre el hipotálamo y el lóbulo anterior de la hipófisis, con un mecanismo de retroalimentación, de manera que el lóbulo anterior de la hipófisis está controlado por factores liberadores del hipotálamo, que estimulan la secreción de hormonas específicas.

Así, la hormona corticotropa estimula la secreción de la adenocorticotropina de la corteza suprarrenal. La tirotropa estimula la glándula tiroides, produciendo las hormonas tiroideas. La somatotropina libera la hormona del crecimiento y la gonadotropina estimula la secreción de las gónadas.

En la figura se muestra, de manera muy simple, la acción del complejo sistema de influjo hormonal. A cada edad se observa la actividad concreta de las hormonas, algunas de ellas son relevantes en la etapa prepuberal, pero en la adolescencia la acción es mayor, ya que en esa fase quedan establecidos los patrones de la especie en el orden morfológico, funcional, y tienen su repercusión en la esfera de la conducta.

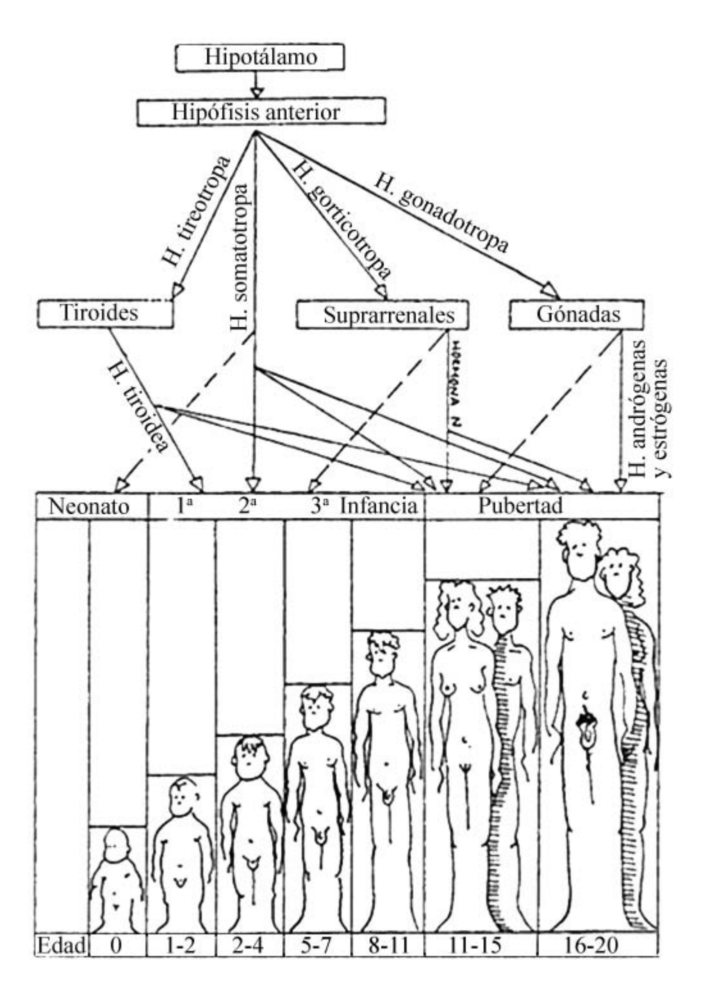


Fig. 7.9. Acción hormonal durante el crecimiento.
Fuente: Pérez (1987).

Los años prepuberales se caracterizan por un crecimiento más estable, mantenido en gran parte por las propiedades de las hormonas del crecimiento y la tiroidea. Adicionalmente, la acción de las hormonas de la corteza suprarrenal, la insulina y la paratohormona no se pueden pasar por alto.

El advenimiento de la pubertad trae consigo una rápida aceleración del crecimiento y la maduración sexual. Las gónadas maduran y sus secreciones intensifican el crecimiento y la maduración de las características sexuales secundarias; hay también un incremento significativo en la producción de la hormona de crecimiento en esta etapa.

Un evento importante de la adolescencia femenina es la aparición de la menstruación, que es el sangrado periódico del útero, el cual ocurre con el alcance de la madurez sexual; recibe el nombre de ciclo menstrual y se presenta cada 28 días. La regulación de la ovulación y la menstruación están relacionadas con la producción cíclica de LH, FSH y esteroides ováricos, que operan con una relación de retroalimentación con el hipotálamo y el lóbulo anterior de la hipófisis.

El ciclo menstrual tiene varias fases, comienza con la menstruación, que es concretamente el sangrado cíclico que incluye sangre y revestimiento del útero, que ocurre en ausencia de un embarazo.

El ciclo menstrual está relacionado con el ciclo ovárico. El ovario es el órgano en el cual el óvulo crece y se desarrolla. La fase inicial del ciclo ovárico se caracteriza por el crecimiento del huevo dentro de un pequeño grupo de células que lo nutren (folículo). Una vez que el huevo ha madurado, ocurre la ovulación (el folículo revienta) y el óvulo viaja a través de las trompas de Falopio hasta el útero. Después de la ovulación, viene la función lútea, donde el folículo se transforma en el cuerpo amarillo, que normalmente se desintegra en un período de entre 13 y 15 días.

La parte inicial del ciclo menstrual, que corresponde al crecimiento del huevo en el folículo, se denomina fase folicular; aquí el revestimiento del útero se hace más grueso, proliferando los vasos sanguíneos y las glándulas. La duración de esta fase folicular puede variar.

La segunda parte del ciclo menstrual corresponde al crecimiento del cuerpo amarillo y recibe el nombre de fase lútea. En esta etapa las glándulas comienzan a secretar hormonas; la duración de esta fase varía de 8 a 17 días. La ovulación ocurre cuando termina la fase folicular, señalando el comienzo de la fase lútea; coincide, por lo tanto, con la ruptura del folículo y la liberación del huevo. La menstruación tiene lugar al terminar la fase lútea, después de la desintegración del cuerpo amarillo.

Las hormonas relacionadas con la reproducción son las que regulan el ciclo menstrual y el ovárico, conformando un ciclo endocrino. Las hormonas más importantes que intervienen en el ciclo menstrual son:

- La hormona estimulante del folículo (FSH), que propicia su crecimiento.
- La hormona luteinizante (LH), que actúa con la FSH para producir la ovulación.
- El estrógeno, que estimula el crecimiento y la proliferación del endometrio.
- La progesterona, que sostiene el endometrio durante la fase lútea y contribuye al desarrollo de sus glándulas.

El estrógeno y la progesterona se producen en el ovario. El primero se origina en el folículo y el cuerpo amarillo; la progesterona se produce fundamentalmente en el cuerpo amarillo.

En la figura 7.10 se ilustran las concentraciones de todas las hormonas y su acción específica durante el ciclo menstrual. En la menstruación hay bajos niveles de estrógeno y un aumento de la FSH. Se activa el desarrollo de un nuevo folículo y se renueva la secreción de estrógeno.

A medida que aumenta el estrógeno de nuevo en la fase folicular, la FSH disminuye. Se prolonga el aumento de los niveles de estrógeno y consigue su pico en las 48 h precedentes a la ovulación. Los altos niveles de estrógeno originan un aumento de la LH. Alrededor de 24 h después, el folículo se rompe y ocurre la

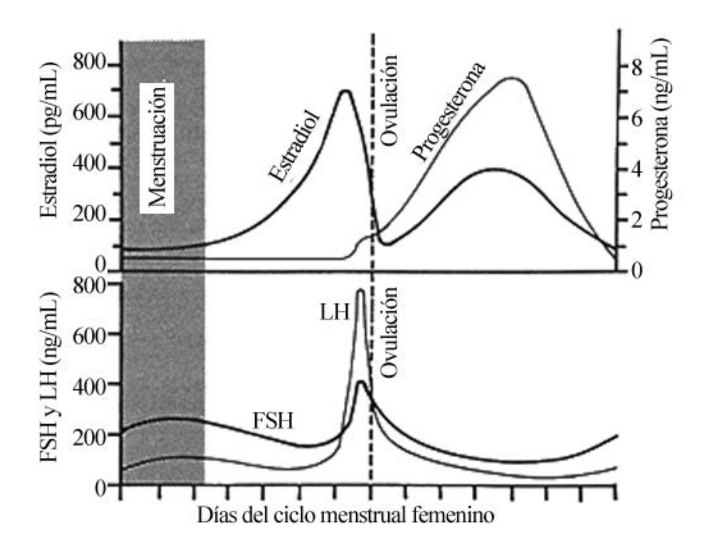


Fig. 7.10. Concentraciones y acción de las hormonas durante el ciclo menstrual
Fuente: Molina y Bouchard (1991).

ovulación. Posteriormente se origina el cuerpo amarillo, que lleva a un aumento en la producción de progesterona y se renueva la secreción de estrógeno. Si la gestación no se produce, el cuerpo amarillo involuciona y los niveles de estrógeno y progesterona declinan. La reducción de la progesterona conduce al deterioro del revestimiento del tejido endometrial, que se elimina y ocurre de nuevo la menstruación.

El primero de los sangrados menstruales en la niña corresponde al término de menarquia, discutido anteriormente, y es el evento más tardío en el desarrollo sexual. Los primeros ciclos menstruales son anovulatorios, es decir, que no hay presencia de huevo maduro; son, además, irregulares; el ciclo se torna regular solo en varios años posteriores a la menarquia. Existen además una serie de factores que influyen en la variabilidad del ciclo menstrual.

FACTORES AMBIENTALES

Si bien se afirma que las regulaciones genética y neuroendocrina constituyen aspectos primordiales para el crecimiento, maduración y desarrollo del niño, el envolvimiento, que involucra todos los factores ambientales y culturales, también desempeña una función relevante, que al final tipifica la expresión fenotípica, por ello es necesaria la desagregación y discusión de los tópicos que se describen a continuación.

Clima

Lo ecológico es un elemento importante. El medio puede modificar la expresión genética, ocurriendo adaptaciones específicas de determinados rasgos, sin embargo, los resultados obtenidos en diferentes estudios a lo largo del tiempo pudieran resultar controversiales. No obstante, se indica que el frío, el calor, la estacionalidad y la altitud afectan el crecimiento y la maduración, a pesar de estar acompañados por otros factores ambientales incidentes, como la condición socioeconómica, la nutrición, las enfermedades, etc.

Adaptación al frío y al calor

Aunque los estudios sobre adaptación extrema al ambiente frío y al calor han sido encausados en poblaciones adultas, se afirma que tienen implicaciones en los sujetos en crecimiento.

Mucho tiempo atrás se ha señalado que adultos de poblaciones indígenas que viven en zonas calurosas tienden a ser de cuerpos más lineales para eliminar el calor más eficazmente, porque tienen mayor área superficial para disiparlo. Del mismo modo, adultos indígenas de poblaciones árticas poseen cuerpos más compactos, con pechos robustos y estatura más baja, que les permiten minimizar la superficie de pérdida de calor.

El esquema de Howels (Fig. 7.11) representa un nativo sudanés nilótico con la mayor disipación de calor y a un esquimal de mayor volumen corporal para su conservación. De esta forma se trata de explicar que esas poblaciones de áreas más cálidas tienden a tener menor peso según su estatura, que las de regiones más frías, las que además poseen extremidades más cortas para una mayor preservación del calor, sin embargo, factores como la nutrición y las condiciones socioeconómicas también pueden influir en la covariación.

En sujetos no adultos, esas tendencias podrían implicar un crecimiento más prolongado en áreas tropicales, debido a la asociación de la linealidad del físico, con una maduración más retardada; también pudieran explicar la existencia de un crecimiento menos dilatado en las zonas frías, dado por la relación entre una reserva extrema del físico con una maduración más precoz. A pesar de estas interpretaciones, hay situaciones contradictorias, porque estos datos indicarían una relación inversa entre la edad de la menarquia y la temperatura del entorno, de modo tal que sitúan la maduración más temprana en climas cálidos y más tardía en zonas frías; pero esto no es consistente con las asociaciones reportadas en los estudios acerca del clima y el crecimiento.

Por otra parte, se detectan datos de niños y adolescentes con bajos pesos en climas cálidos y alta masa corporal en áreas geográficas con climas fríos, sobre la base de la temperatura media anual.

Las relaciones entre clima y crecimiento están realmente influidas por otros factores, como se señaló anteriormente, que intervienen en la covariación, por ejemplo, se pueden encontrar bajos pesos y estaturas en zonas tropicales, donde la tasa de malnutrición proteíco-calórica es elevada, por diferentes factores como las malas condiciones de vida, enfermedades infecciosas y parasitarias, así como

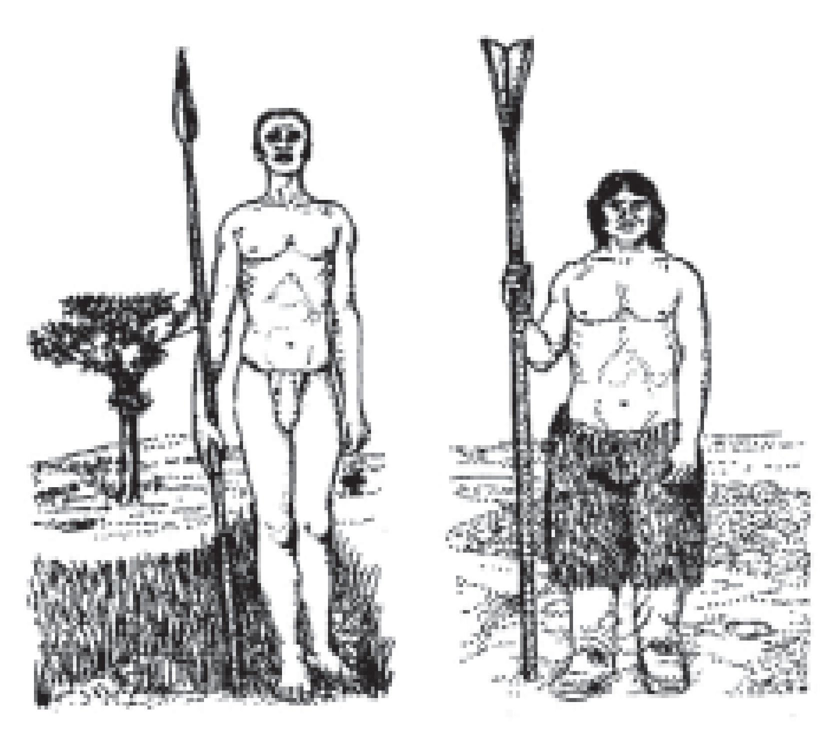


Fig. 7.11. Esquema de Howels para ejemplificar la adaptación al frío y al calor. Fuente: Martínez (1987).

un inadecuado consumo de nutrientes. Esto demuestra lo difícil de la interpretación de las relaciones entre clima y crecimiento.

Efectos estacionales

Hace ya varias décadas que se indicó la existencia de un efecto significativo entre la velocidad de crecimiento y la estación del año, visible en muchas poblaciones humanas. Se señala que el crecimiento promedio de la estatura es más rápido en primavera y el del peso, en otoño.

En la figura 7.12 se ilustra este fenómeno para el peso de niños y adolescentes, obtenido durante 1 año. Las diferencias en los incrementos mensuales pueden ser muy grandes. Los estudios de base sugieren que para el hemisferio norte, los mayores aumentos están entre los meses de septiembre a noviembre y la mínima ganancia de peso puede obtenerse en marzo, abril y mayo. Se registra, además, que este efecto estacional del peso puede ser menos marcado en niños bien nutridos, ya que en situaciones de buena salud y nutrición, la velocidad de crecimiento del peso en primavera es semejante a la de otoño.

Con respecto a la estatura, el pico de la estacionalidad ocurre de forma opuesta a la del peso, en la etapa de la primavera, con datos más precisos en estudios longitudinales, a pesar de existir gran variabilidad individual. En este sentido, en algunos estudios las fluctuaciones pueden apreciarse anualmente y esto se ilustra muy bien en valores obtenidos para gemelos idénticos (Fig. 7.13).

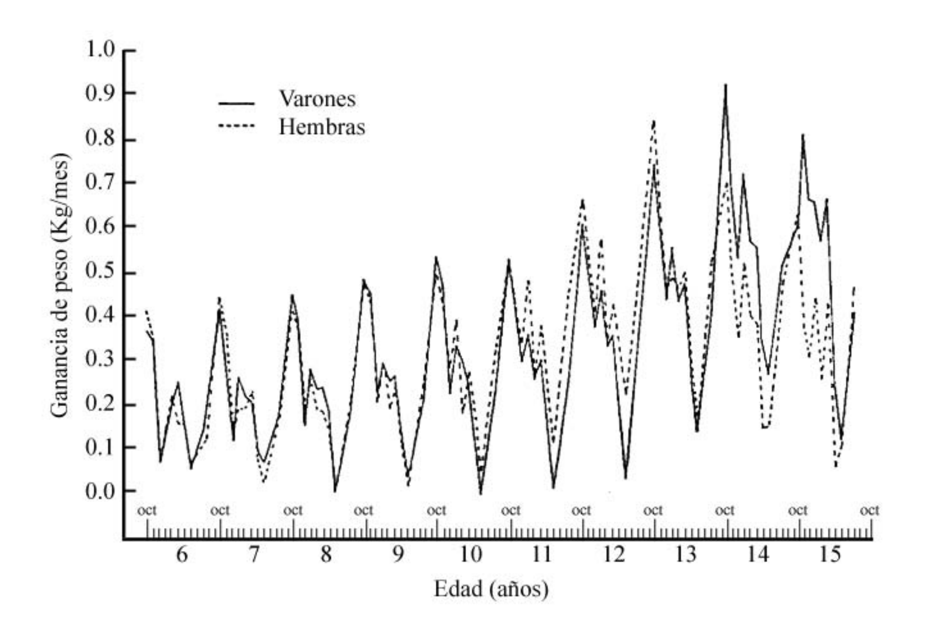


Fig. 7.12. Variación estacional del incremento del peso por sexos.
Fuente: Tanner (1962).

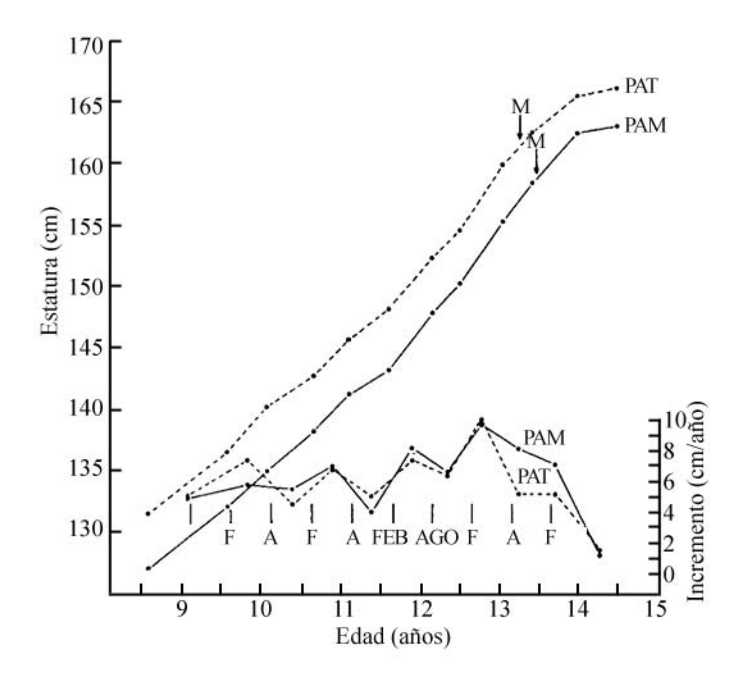


Fig. 7.13. Efecto estacional en el crecimiento en estatura en gemelas idénticas.
Fuente: Tanner (1962).

En la figura se representan las curvas de distancia de la estatura de las gemelas idénticas Pam y Pat, así como la velocidad de crecimiento anual entre 8 y 14 años; se señala además la edad de la menarquia; hay ligeras diferencias en la estatura alcanzada entre las 2 niñas, pero la velocidad de crecimiento tiene un patrón casi idéntico, al igual que el momento de la primera menstruación.

Los picos de incremento estacional de la estatura que se observan aquí, son consistentemente más grandes en el período de febrero a agosto, coincidiendo ambas en el momento del máximo crecimiento puberal; aunque se presentan claramente las fluctuaciones periódicas por meses, en otros niños hay muy pocos signos de variación estacional.

A pesar de las variaciones referidas, se desconoce plenamente el mecanismo que induce el efecto estacional, aunque se ha planteado una posible influencia hormonal, causante de las fluctuaciones.

Efectos de la altitud

Este efecto se produce a altitudes mayores de 3 000 m sobre el nivel del mar, sobre el crecimiento y la maduración. El mayor problema es el de mantener la oxigenación arterial sobre una reducida presión barométrica. A esa mayor altura la difusión de oxígeno del aire a través de los pulmones hacia la sangre disminuye. La residencia a elevadas altitudes, con una pequeña presión barométrica, provoca la hipoxia. Entre las áreas del mundo referidas por la influencia de este fenómeno se pueden señalar a Perú, Bolivia, Nepal y Etiopia, entre otras.

Las zonas de gran altitud se caracterizan por las bajas temperaturas, la aridez del suelo y las altas radiaciones ultravioleta; pero también la agricultura es limitada, hay un aislamiento y el estrés nutricional es inminente, ya que las condiciones socioeconómicas no son adecuadas para un buen estado de salud. Por lo tanto, en esas regiones geográficas las tasas de bajo peso al nacer son muy elevadas; se ha encontrado la evidencia de que el peso al nacer declina con la altitud, independientemente del nivel de desarrollo socioeconómico.

Por otra parte, diversos estudios realizados en poblaciones procedentes de altitudes elevadas, indican que los niños tienen cortas estaturas, pesos ligeros y maduración retardada, como covariación de un peso y tamaño al nacer, también bajos. Otra adaptación observada es un gran perímetro torácico, correspondiente al mayor consumo de oxígeno.

Contrariamente, también se ha encontrado poblaciones residentes a 3 000 m, con niños ligeramente altos y pesados y con una maduración esquelética avanzada, en igualdad de condiciones de sexo, raza y edad con sujetos de altitudes inferiores. También se reportan datos que indican fluctuaciones en peso, talla y nivel de maduración entre diferentes poblaciones de altitudes elevadas.

Evidentemente, se puede afirmar por datos de diferentes partes del mundo, que las altitudes elevadas pueden afectar el crecimiento y la maduración en algunas poblaciones, pero no en otras. Otros efectos ambientales actúan también de manera paralela en estas variaciones, en interacción con la carga genética de las poblaciones.

Actividad física

La actividad física continuada durante el crecimiento produce muchas respuestas morfológicas, bioquímicas y funcionales en el organismo. Para conocer el papel de la actividad física es necesario realizar monitoreos, por edad y sexo, durante todo el crecimiento.

La actividad física decrece relativamente entre los 2 y 5 años, mostrando diferencias entre los sexos, a favor de los varones. Después se incrementa en la mitad de la infancia hasta la primera parte de la adolescencia, para disminuir en la última etapa de esta. Dicha declinación acontece en la adolescencia tardía y está relacionada con los cambios psicológicos del período, así como otras demandas sociales. No obstante, por término medio la carga física es mayor en el sexo masculino, que en el femenino. Se señala también que puede haber un efecto estacional diferenciado en los niños y adolescentes, así como variaciones según el área geográfica.

Los resultados de varias encuestas, a partir de cuestionarios estandarizados, entrevistas y diarios, en jóvenes europeos, canadienses y americanos indican una ligera disminución en el tiempo empleado para las actividades físicas por parte de las muchachas durante la adolescencia. La tendencia está relacionada primariamente a los cambios biológicos, referidos al depósito de grasa, maduración sexual y figura en general; en otro contexto influyen factores culturales, como los cambios de intereses y expectativas, falta de motivación y oportunidades limitadas para participar en actividades físicas relacionadas con el desempeño deportivo.

La actividad física es conceptualmente diferente al entrenamiento físico, ya que este último requiere una práctica sistemática, relacionada con un programa de ejercicios diferenciados y con ellos usualmente se miden resultados. El entrenamiento involucra ejercicios específicos como gimnasia aeróbica, levantamiento de pesas, carreras y juegos o actividades deportivas, realizadas con una intensidad específica, en períodos determinados. Los programas de entrenamiento son diferentes en cuanto al tipo; se pueden señalar entrenamientos de resistencia, fuerza, habilidades deportivas y otras. Sus efectos son específicos para un determinado estímulo, por ejemplo, el fútbol involucra un entrenamiento de resistencia y habilidades.

Los estudios de programas de entrenamiento en niños son de corta duración, varias semanas o meses, pero los atletas jóvenes constituyen una excepción, pues comienzan a entrenar desde edades algo más tempranas. Los estudios de este último grupo proporcionan diferentes informaciones sobre el crecimiento y el entrenamiento.

Los atletas jóvenes de élite de diferentes deportes (sometidos a una rigurosa selección), a menudo difieren en parámetros del crecimiento respecto a la población normal. Pero no se puede asumir que las diferencias del crecimiento y maduración entre atletas y no atletas se deban al entrenamiento regular.

La actividad física regular no tiene un efecto aparente en el crecimiento en estatura, mas su acción no es negativa, a pesar de que estudios anteriores sí lo

han referido. Se ha derivado de algunos trabajos que como resultado del entrenamiento de competición, hay una mayor estatura, con un crecimiento más lento; las diferencias observadas entre grupos podrían reflejar un diferencial en el tiempo del brote de crecimiento de la adolescencia, porque los atletas han madurado primero que los no atletas.

Los resultados son diferentes en comparaciones por especialidad deportiva, en donde la práctica sistemática del ejercicio ha comenzado a edades diferentes. Pero, por ejemplo, datos procedentes de muchachas gimnastas y nadadoras, que comenzaron la práctica entre 6 y 7 años, indicaron que las segundas eran más altas que las primeras, desde la etapa prepuberal tardía y la primera parte de la adolescencia.

La interpretación de un análisis posterior demostró que, en realidad, las nadadoras eran ya más altas durante todo el período de crecimiento, al realizar estudios de la talla parental. Lo anterior indica la existencia, además de un factor de selección, de las demandas biológicas para el deporte, independiente a la intensidad y tipo de entrenamiento físico, por lo que no hay evidencias consistentes de la función de la actividad física sobre el tamaño corporal.

La actividad física sistemática sí es importante para el control del peso corporal; el entrenamiento regular reduce la grasa e incrementa la masa magra. La magnitud de las modificaciones depende del tipo, intensidad y duración del programa de ejercicios. No obstante, hay algunos estudios experimentales que demuestran las afirmaciones anteriores.

En la figura 7.14 se muestra la diferencia entre la adiposidad total y la fracción magra en individuos entre 11 y 18 años, según el nivel de entrenamiento deportivo. Se consideraron 3 niveles: regularmente entrenados, moderados y no entrenados. Los tres grupos diferían ligeramente en los estimados de la composición corporal al inicio del estudio, pero en el transcurso del tiempo se observó que los de actividad física más regular fueron teniendo mayor desarrollo en la masa corporal magra, mientras que en los otros grupos fue menor y semejante.

La adiposidad resultó más elevada en el grupo de los no entrenados y de menor depósito en los que tuvieron un entrenamiento regular en todas las edades.

Estos resultados resumen la importancia que tiene la actividad física en la modificación de las fracciones corporales. El entrenamiento regular favorece la masa grasa, pero los cambios dependen de la actividad continuada y la restricción calórica; todo esto ha sido comprobado en niños y adolescentes, pero se supone que estas modificaciones ocurrren solamente a nivel del tamaño del adiposito y no en el número de células presentes.

Los hallazgos tienen aplicación conceptual para el control del peso corporal de los sujetos obesos, con los que en presencia de una dietoterapia adecuada y un entrenamiento físico continuado, con un programa ajustado de ejercicios, se consigue movilizar las reservas adiposas e incrementar los tejidos magros.

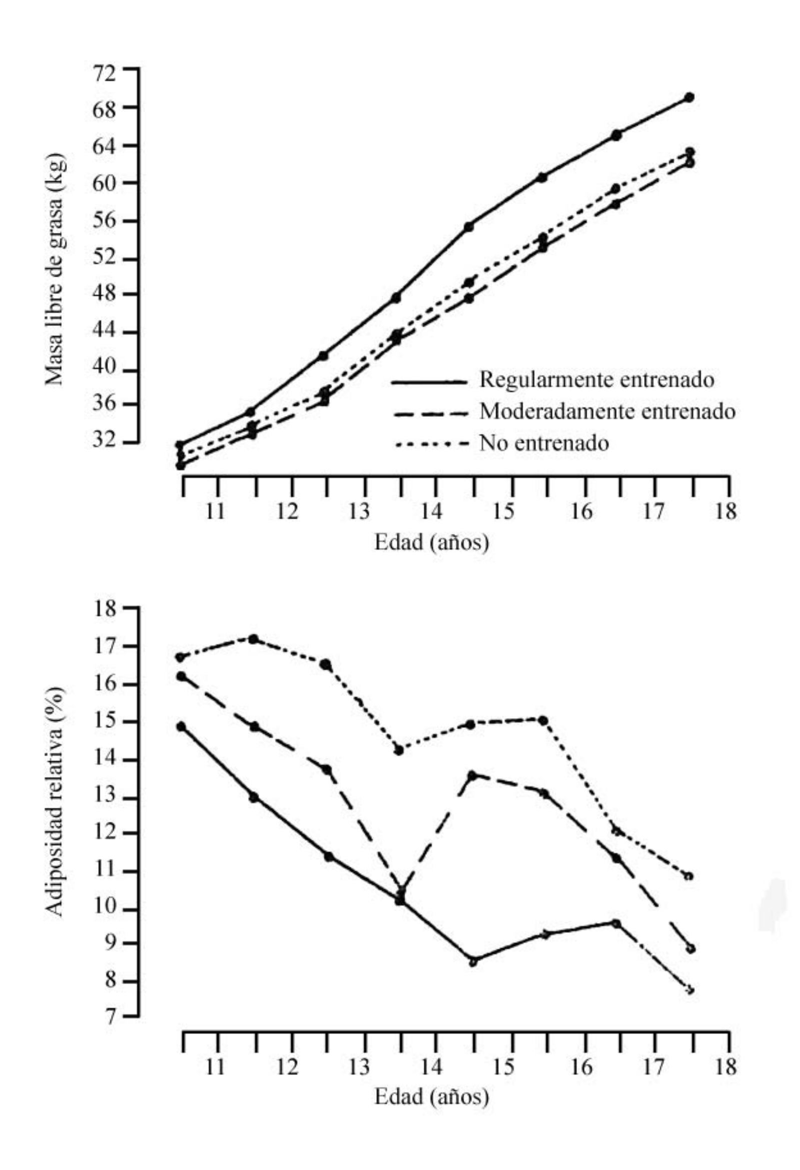


Fig. 7.14. Diferencias en la adiposidad y tejidos magros según el nivel de actividad física. Fuente: Parizkova (1974).

La actividad física tiene un efecto particular en los componentes de la masa corporal magra. Con una actividad física baja o ausente, el tejido muscular se atrofia y el contenido mineral del hueso decrece. Un incremento de la carga física estimula el crecimiento músculo-esquelético y un estrés a repetición mejora la respuesta adaptativa de estos dos sistemas, pero si es excesivo puede llegar a producir daños en estas estructuras.

El tejido óseo se encuentra en constante cambio a través de la vida del individuo, como resultado de los procesos de crecimiento, modelación y remodelación.

En la modelación se puede alterar la forma y masa de un determinado hueso como respuesta a factores locales, uno de estos es el ejercicio físico en los años del crecimiento. La respuesta al modelado llevado por el peso soportado, debido a la actividad física en jóvenes, produce una reserva del hueso, más allá de lo que se necesita para la actividad normal, por ello, estudiantes de enseñanza media, que se recrean practicando levantamiento de pesas, son menos vulnerables a la ocurrencia de fractura en la vida adulta, que un joven pianista con un "banco" óseo pequeño.

La remodelación, aunque está presente en jóvenes, es un proceso modificador de la forma y masa ósea que predomina en la vida adulta. La remodelación no contribuye al banco del hueso, sino que su principal función es reparar las pequeñas microfracturas producidas por el estés diario. La actividad física por estrés mecánico puede producir deformaciones en el hueso que lo inducen a la remodelación, para incrementar la masa ósea como respuesta al incremento de la carga. Aunque esto ocurre fundamentalmente antes de la mediana edad, es importante promover en los niños y adultos a soportar o cargar pesos.

El establecimiento de un nivel óptimo de masa ósea durante el crecimiento es importante para la vida adulta, ya que se produce una pérdida por el envejecimiento, por ello quienes adquieren gran masa ósea durante el crecimiento, tienen posteriormente menor riesgo para la salud, asociado con la fragilidad del hueso. La actividad física junto con la nutrición favorecen el desarrollo y mantenimiento de los huesos.

Las fuerzas de tensión y compresión asociadas a la contracción muscular y el soporte de un peso son vistas, como se discutió anteriormente, como un estímulo para la formación del hueso, crecimiento y modelación. Estudios realizados en atletas, comparados con los no atletas, indican que los primeros tienen una masa ósea más desarrollada. En jugadores de tenis se ha comprobado un mayor contenido mineral en el brazo dominante. Trabajos efectuados entre poblaciones activas y no activas indican la relación positiva entre la masa ósea y la actividad física.

Lo anterior indica que el entrenamiento físico prolongado parece tener influencias sobre los huesos (mineralización, densidad y robustez), sobre todo en deportes de esfuerzos unilaterales; pero en humanos no existen evidencias consistentes de una afectación del crecimiento lineal de los huesos con la actividad sistemática, aunque sí en los animales.

Con respecto a la influencia de la actividad física en el tejido muscular se tiene bastante información general. El crecimiento del músculo es debido al aumento de tamaño de la fibra y no al número. El entrenamiento regular ocasiona la hipertrofia muscular, pero asociado a la especificidad de la fibra, que se explica por un mecanismo bioquímico particular. Diversos estudios indican que puede haber una respuesta diferente del músculo en el individuo, de acuerdo con la edad y el tipo de actividad específica.

Los resultados obtenidos de algunos estudios indican una característica importante sobre el entrenamiento regular y el tejido muscular. Cambios ocurridos después de concluir un entrenamiento específico permiten evaluar el efecto signi-

ficativo de la actividad física regular sobre la masa muscular durante el crecimiento; por otra parte, los cambios musculares como respuesta a programas de ejercicios de corta duración no son permanentes y dependen de la actividad física regular para su mantenimiento.

Un ejemplo de actividad donde hay un trabajo muscular muy importante es el ballet, que es una de las formas más rigurosas de entrenamiento y por ello puede analizarse como los deportes. Principalmente es de tipo anaerobio, con contracciones musculares excéntricas; también el desarrollo de la fuerza de resistencia y rápida flexibilidad, así como la coordinación neuromuscular para controlar la contracción muscular que permite realizar el movimiento con exactitud y en forma refleja. Este entrenamiento lleva a un cambio en muchas áreas del organismo, aparatos, especialmente la musculatura que constituye el motor principal del movimiento y como resultado final se modifica la expresión fenotípica, que se va perfeccionando a través del crecimiento, con los años de práctica de esta actividad.

La posible influencia de la actividad física sobre la maduración esquelética, somática y sexual ha sido un tema discutido y la relación causa-efecto no es igual con todos los indicadores y algunos resultados son insuficientes o controversiales.

En gimnastas de élite se han proporcionado algunas evidencias de una relación causa-efecto entre un entrenamiento intenso y una maduración esquelética retrasada. En gimnastas con retardo en la maduración, después de 2 años de entrenamiento se encontró un mayor retraso, mientras que en otras poblaciones esto no se ha presentado; la variabilidad entre los resultados publicados, que puede estar dada por la intensidad del entrenamiento, hace que esta hipótesis caiga en conflicto, sin poder probarse la asociación.

Igualmente, al separar a jóvenes atletas de diferentes deportes en edades esqueléticas: retrasada, en promedio y precoz, las variaciones encontradas han sido muy pequeñas dentro de cada deporte. Se propone, por tanto, que no hay un efecto aparente del entrenamiento regular sobre la maduración ósea.

En la maduración somática, utilizando la valoración del pico máximo de crecimiento de la estatura, tampoco parece haber un efecto significativo del entrenamiento físico, ya que no se han encontrado diferencias apreciables en el momento del pico entre niños activos e inactivos.

No son las mismas relaciones al analizar el efecto del entrenamiento sobre la maduración sexual, los resultados se muestran un tanto diversos, de acuerdo con los indicadores. Se demandan estudios longitudinales en hembras y varones para llegar a un consenso, porque los cortes transversales no indican un efecto significativo claro.

Muchas comparaciones se refieren a estudios sobre la edad de la menarquia entre jóvenes deportistas y la población general. De estos análisis se plantea que el entrenamiento deportivo retrasa la menarquia. Estos datos también coinciden con el retardo del desarrollo mamario, vello pubiano y edad esquelética en algunas actividades como ballet, patinaje artístico y gimnasia, entre otras.

La explicación primera fue la relación de la menarquia tardía, el entrenamiento físico intenso y paralelamente el bajo peso con poca adiposidad deposita-

da, asociada a una privación nutricional y trastorno de la conducta alimentaria por el estrés y las exigencias del ejercicio, influenciada por la alteración del mecanismo hormonal.

Se ha planteado que cuanto más años tenga una muchacha a la edad de la menarquia, es probable que haya emprendido su entrenamiento antes de ese momento; contrariamente, mientras más joven sea una niña a la menarquia, probablemente ha iniciado su entrenamiento después de la misma. También se ha sugerido que la maduración tardía puede constituir un factor en la decisión de una joven para seguir un deporte, más que el entrenamiento mismo.

En la figura 7.15 se resumen las edades de la menarquia en distintos deportes, obtenidas a partir del método probítico, en atletas de preuniversitario, universitarias, de selecciones nacionales e internacionales. Hay una variación entre deportes y se señala que la menarquia es más retrasada en aquellas deportistas de mayor nivel competitivo. En la figura se observan los valores más tardíos en gimnastas y patinadoras, seguidas por bailarinas y tenistas, pero se puede notar que en otras especialidades hay cifras que se pueden considerar como tempranas.

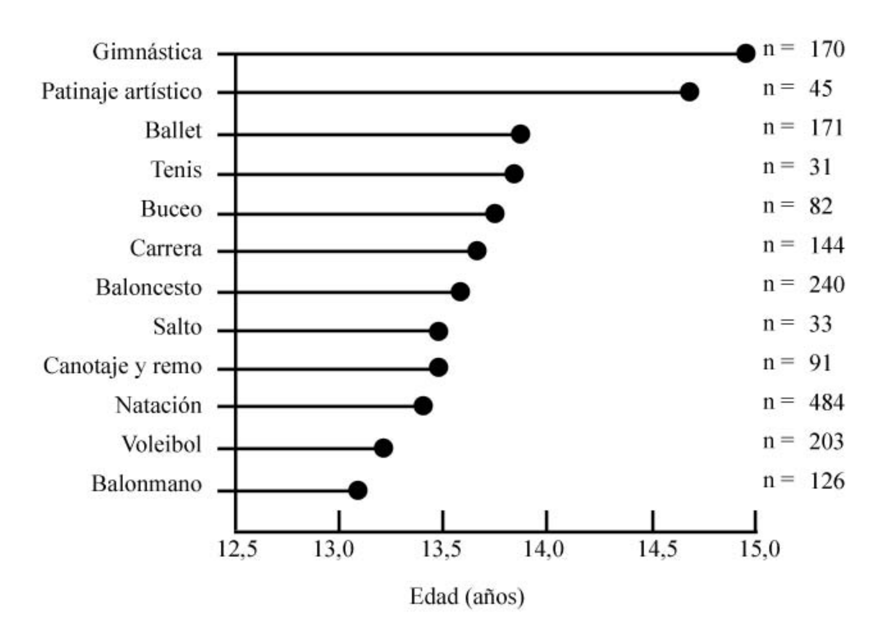


Fig. 7.15. Edades de menarquia en atletas agrupadas por deporte.
Fuente: Bar-Or (1996).

Cuando se hacen comparaciones como la anterior, hay que prestar atención a la composición muestral, que incluye atletas muy jóvenes y otras más viejas, lo que puede afectar el valor de la mediana, calculado por el método *status quo*, con una aproximación probítica y provocar algún sesgo en la interpretación, pero en términos generales los resultados muestran las tendencias internacionales.

La menarquia ocurre más tarde en aquellas que llevan a cabo actividades que precisan de un control estricto del peso corporal, por ello muchas veces aparecen malas prácticas del consumo de alimentos y la muchacha es susceptible a caer en un trastorno de la conducta alimentaria, que la lleva a la desnutrición y pueden instalarse enfermedades tales como la anorexia y la bulimia (que se discutirán posteriormente). Estas situaciones repercuten negativamente en la maduración, así que la separación de los efectos puede ser bien compleja.

Por otra parte, los deportes relacionados con el control del peso corporal tienen criterios de selección muy rígidos, los cuales se aplican en la niñez y favorecen la elección de características morfológicas de las niñas con una maduración tardía.

La regularidad de los ciclos menstruales también se afecta con la intensidad de la actividad física en algunas especialidades deportivas y la danza, ocurriendo un retraso de la menstruación. Generalmente, en los períodos precompetitivos de las atletas ocurre una reducción de la grasa y una elevación de la masa muscular, pero si ya la niña ha tenido la menarquia, se producen ciclos de amenorrea hasta que se regresa a un estado de actividad normal en que se recuperan las reservas de grasa necesarias para que ocurra el sangrado.

En bailarinas de ballet clásico es bastante frecuente la ocurrencia de ciclos de amenorrea secundarios, por la práctica sostenida y diaria de la actividad física, acompañada de un mal manejo del peso corporal, que se acompaña muchas veces con niveles de grasa total inferiores al 22 %, con lo cual no tiene lugar la menstruación. En la figura 7.16 se ilustra la conducta del ciclo menstrual en adolescentes bailarinas de la Escuela Nacional de Ballet, de Cuba. La mayoría de las estudiantes tuvo ausencias de menstruaciones durante todo el período escolar, solo un 8 % de ellas no tuvo ciclos de amenorrea secundaria. Estas características se acompañaron de un nivel de adiposidad total de 17,8 % para el promedio del grupo; particularmente, alrededor del 70 % de esas bailarinas tenía porcentajes de grasa corporal por debajo del 20 %.

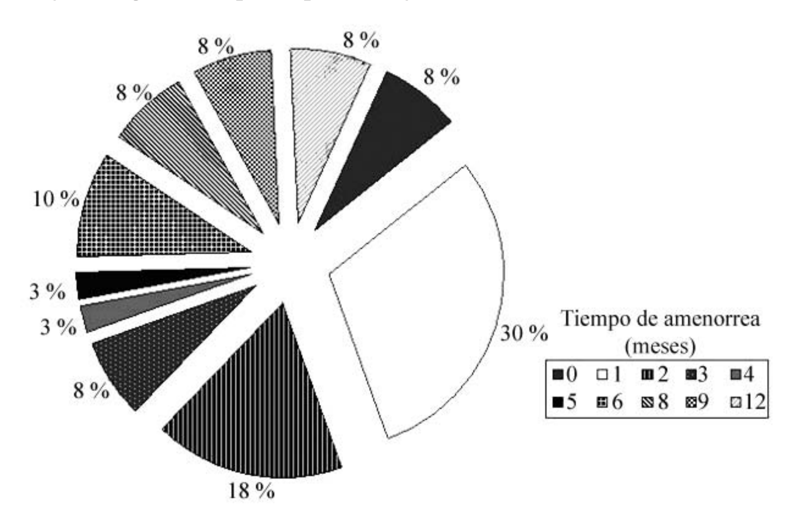


Fig. 7.16. Ciclos de amenorrea en adolescentes bailarinas cubanas.
Fuente: Díaz et al. (2002).

El mecanismo sugerido para explicar la asociación entre el entrenamiento y una menarquia retrasada o alteración del ciclo menstrual es hormonal, a través del eje hipotalámico-pituitario-ovárico, produciendo incrementos de corta duración en los niveles séricos de todas las hormonas gonadotrópicas y los esteroides sexuales. Factores como el ayuno, estados emocionales, etc., influyen en los niveles de las hormonas y estas, por su parte, responden al estrés del ejercicio. No obstante, los datos sobre las hormonas en jóvenes sometidos a un programa de entrenamiento no son muy concluyentes y hay una variedad de resultados asociados o no con otros caracteres sexuales secundarios.

En atletas varones ha sido más difícil obtener datos coherentes, por la ausencia de un marcador comparable como la edad de la menarquia. Hay atletas muy exitosos, que son maduradores tempranos o en el promedio, pero en especialidades como gimnasia, patinaje artístico y corredores de distancia, se han encontrado atletas maduradores tardíos.

Los resultados sugieren que no hay evidencias de una relación causa-efecto entre entrenamiento intenso y maduración retrasada en los varones.

Se sabe que la actividad física es buena para el organismo, pero no se conoce qué cantidad exacta es necesaria para un crecimiento normal. La inactividad, en combinación con una ingesta energética excesiva, se asocia con elevados niveles de grasa corporal.

Aparentemente es precisa una actividad diaria en la niñez y la adolescencia para la integridad del crecimiento y la maduración. Existen protocolos internacionales que recomiendan actualmente la actividad física que los niños y adolescentes deben realizar diariamente. Con respecto a los niños preescolares se ha sugerido que no deben ser sedentarios por más de 60 min/día, excepto mientras duermen.

El Centro de Control de Enfermedades de EE.UU. (CDC) sugiere, al menos, 60 min de actividad física de moderada intensidad, como caminar rápido, saltar suiza, nadar y otras acciones. Las guías de actividad física de Canadá indican un tiempo de 90 min/día en que los niños deben dejar de ser inactivos y realizar actividades de moderada intensidad, como patinar, caminar, montar bicicleta, combinándolas con otras más vigorosas como correr, brincar, jugar fútbol, entre otras.

Condiciones sociales

Las condiciones en las que el niño nace y crece influyen en el crecimiento y la maduración; en ellas se incluyen los medios de subsistencia, ingreso monetario, situación de la vivienda, entorno ecológico, acceso a la salud, tamaño de la familia, características sociodemográficas, lugar de procedencia, creencias y hábitos culturales, entre otras particularidades socioeconómicas.

Estado socioeconómico

El estado socioeconómico familiar repercute en el crecimiento, maduración y desarrollo de los niños; aquellos con mejores indicadores sociales tendrán mayor

velocidad de crecimiento con peso y estatura superiores, entre otras dimensiones corporales, que los de peores condiciones. La razón fundamental es que esos niños deben tener un sueño más regular, alimentación adecuada, higiene aceptable, local de habitación apropiado y actividades físicas reguladas, entre otros muchos aspectos.

La definición de estado socioeconómico no es exactamente igual en los diferentes países y hasta existen escalas de clasificación en algunas áreas, a menudo basadas por el ingreso económico o el per cápita familiar, que permite el pago de prestaciones a los estratos sociales de menor acceso. En otras partes se ha utilizado el nivel educacional o la ocupación del jefe de la familia, además de otras características.

Uno de estos métodos, por ejemplo, son las llamadas escalas Graffar, que consideran entre sus variables la profesión del jefe de familia, la fuente de ingreso, el nivel de instrucción de la madre y las condiciones de alojamiento, obteniéndose diferentes estratos con un puntaje estandarizado, que va aumentando a medida que desciende el nivel social.

De acuerdo con el método Graffar, aplicado en la investigación del "Proyecto Venezuela" los datos fueron agrupados en 5 estratos sociales. Con esta clasificación los niños venezolanos crecieron en diferentes niveles, según la pertenencia al estrato social; la tendencia es que los de mejor situación socioeconómica deben ser más altos y pesados, pero las diferencias en el crecimiento fueron menores entre las hembras durante todas las etapas; en general, la niñas tienden a tener un crecimiento más estable, dentro de su canal, en forma independiente a su condición social.

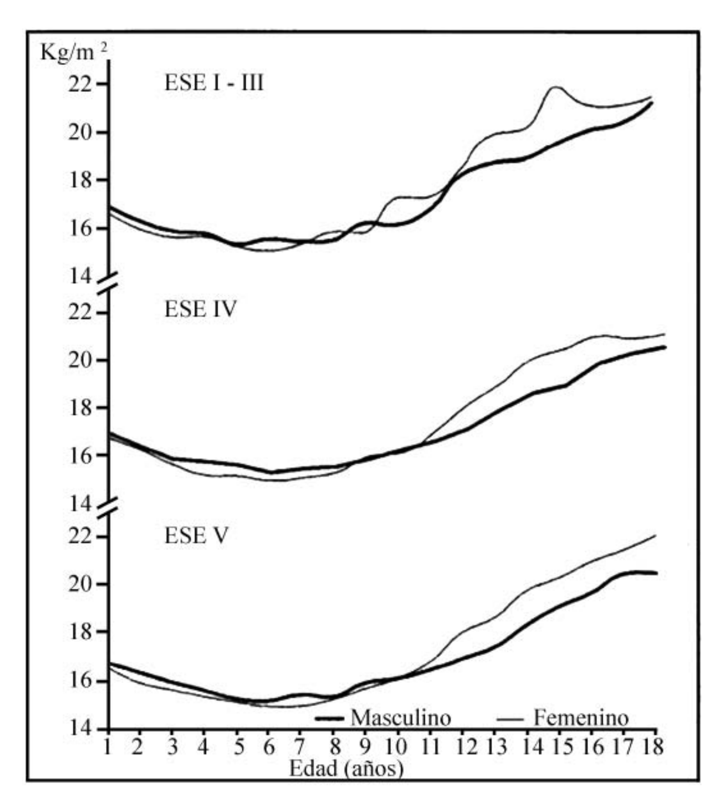
Con la misma clasificación, en la figura 7.17 se muestra la diferencia del índice de masa corporal (peso en kg/estatura en m^2) por estratos socioeconómicos. Los valores más elevados del índice para hembras y varones corresponden con las clases sociales de mayor nivel, mientras que los hijos de los obreros están en una posición intermedia y los pobres son los que tienen la menor robustez.

En datos de niños norteamericanos también se demuestra que el desarrollo socioeconómico influye en las dimensiones antropométricas durante el crecimiento (Fig. 7.18).

El nivel de desarrollo económico se ha evaluado como tasa de ingreso de la pobreza, definida a partir del ingreso y tamaño familiar. Los resultados revelaron que niños y adolescentes de mayor ingreso tuvieron mayores valores de la estatura, peso y pliegue tricipital que los más pobres, en todas las edades, entre 3 y 12 años, para uno y otro sexos.

En tiempos anteriores se esperaba que durante la etapa del crecimiento, en sociedades industrializadas, se pudieran encontrar los mayores pesos corporales en correspondencia con un depósito excesivo de tejido adiposo, en aquellas clases más pudientes. Pero también se ha observado que adolescentes de bajos ingresos en esos mismos países pueden tener mayor peso y adiposidad que en las clases altas, apareciendo la llamada obesidad en la pobreza, que es multicausal y surge igualmente en países en vías de desarrollo.

La tendencia a encontrar más frecuentemente jóvenes delgadas de clases altas, se puede asociar a las prácticas de dietas inadecuadas sin supervisión médica, que traen como resultado la aparición de trastornos de la conducta alimentaria.



ESE: Grupos socioeconómicos según Graffar modificado por Mendez C.
I-III = alto + medio.
IV = obrero.
V = pobre.

Fig. 7.17. Índice de masa corporal por estratos socioeconómicos.
Nota: Datos de la Encuesta Nacional de Nutrición 1981-1982 del INN.
Fuente: Hernández de Valera et al (1993).

En cuanto al tamaño corporal, informaciones obtenidas en niños mexicanos, procedentes de la zona de Milpa Alta, indicaron que la situación socioeconómica, medida por la escolaridad y ocupación del jefe familiar, fue capaz de influir positivamente en el crecimiento lineal de los niños de esa localidad, al mejorar las políticas de desarrollo social, y que niños con deterioro de la talla durante el primer año de educación primaria evolucionaron positivamente, al ser valorados nuevamente después, en el primer año de la secundaria.

Observaciones recientes en niños españoles de la región de Valencia también detallan que el crecimiento en estatura es más pronunciado en las clases sociales más altas, por el efecto favorable de un mejor nivel educacional de la familia, mayor conocimiento de suplementos nutricionales y cuidados de salud.

En niños ecuatorianos, cuando se asocia la inserción social con el nivel de educación de la madre, el crecimiento del niño será menor en los estratos bajos, aunque proceda de un nivel cultural más elevado. Igualmente, si se asocia la inserción social con el riesgo de la vivienda, los niños con mejores condiciones habitacionales crecerán más, lo cual se corresponde con un estrato social alto.

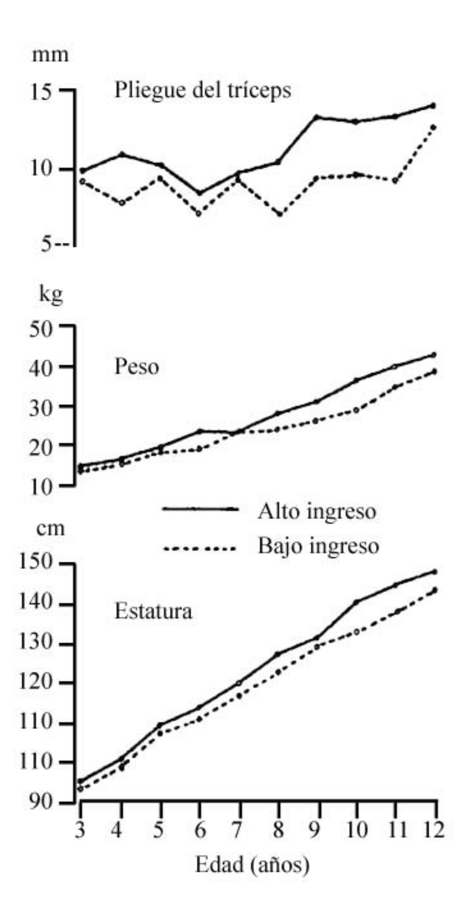


Figura 7.18. Estatura, peso y adiposidad en niños según desarrollo económico.
Fuente: Malina y Bouchard (1991).

Por otra parte, en cuanto a indicadores de la maduración somática, como el pico de velocidad de crecimiento de la estatura y el desarrollo sexual, pueden encontrarse pocas variaciones, según el estado socioeconómico.

Tamaño de la familia

El tamaño de la familia o también, en equivalencia, el número de hijos, es un aspecto importante en la evaluación de las condiciones sociales y su influencia sobre el crecimiento y la maduración, pero puede constituir un factor de confusión. En la figura 7.19 se presentan las estaturas y los pesos de una muestra de niños escoceses de 11 años, según el tamaño familiar, separados por desarrollo económico.

Las clases del 1 al 3 están representadas por profesionales, empresarios y personal fijo con salario; de la 4 a la 6 se ubicaron a los trabajadores manuales y en la 7 se incluyeron aquellos trabajadores manuales sin habilidades. La tendencia encontrada fue que en todos los grupos conformados, aquellos de familias menos numerosas tenían hijos más altos y pesados. Los mayores valores fueron para las familias más acomodadas. Iguales resultados se han hallado en otras muchas poblaciones.

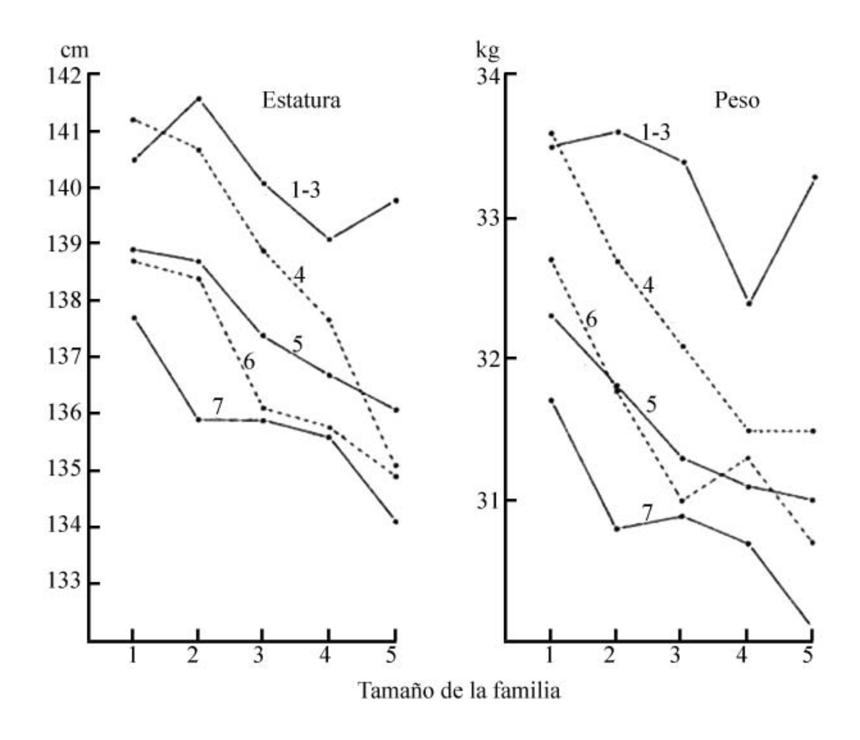


Fig. 7.19. Estatura y peso en niños relacionada al tamaño de familia por diferentes clases socioeconómicas.
Fuente: Tanner (1962).

Al considerar simplemente la división entre la ocupación en trabajadores manuales y no manuales, también se observa que los de familias más reducidas tienen hijos más altos. En la figura 7.20 se ilustra esta relación mediante el puntaje alcanzado para la estatura sobre los valores de la media de la referencia de la población (valor cero) de un grupo de hermanos, con respecto a la ocupación de sus padres. Los que tienen puntajes positivos son de mayor estatura, por lo que están más beneficiados económicamente y prácticamente no se observan diferencias en cuanto al tamaño familiar.

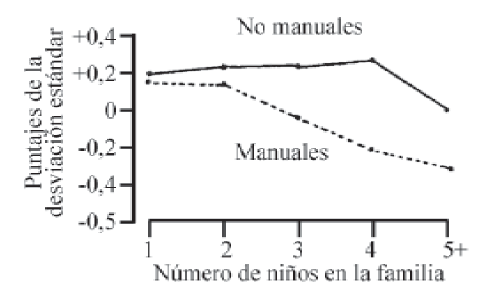


Fig. 7.20. Estatura de niños de 5 a 11 años expresadas como puntaje respecto a su referencia, según la ocupación de los padres y el tamaño familiar.
Fuente: Malina y Bouchard (1991).

Los valores por debajo de la media pertenecen a niños de menor estatura, hijos de trabajadores manuales; aquí si se destacan las diferencias en las familias en las más numerosas los hijos tienen menor crecimiento lineal.

En los indicadores de la maduración, tomando la edad de la menarquia como ejemplo, se ha observado que las niñas de familias de mayor tamaño tienden a alcanzar la menarquia más tardíamente. En la comparación de la edad de menarquia entre hijas de trabajadores manuales y no manuales, las de estos últimos es más tardía y los valores aun resultan más retrasados en las de familias más numerosas.

Ambiente social

Las condiciones de vida constituyen otro aspecto que interviene en la interpretación de los factores sociales y el crecimiento físico; entre estos se pueden señalar las condiciones educacionales de la familia, las características de la vivienda, área de residencia, el acceso a los servicios de salud, alimentación, saneamiento y otras características del estilo de vida familiar, como el hábito de fumar, las prácticas culturales y el entorno en particular, factores psicológicos/emocionales.

El hábito de fumar dentro de la familia puede tener sus repercusiones en el crecimiento del niño. Aunque el tabaquismo de la madre tiene su influencia negativa en el peso al nacer, como ya se apuntó en el capítulo 4, existen otras consecuencias a medida que transcurre el crecimiento. Se ha señalado que la estatura durante la infancia puede estar aparentemente influenciada por el hábito de fumar de los padres. Niños de educación primaria son más pequeños de estatura, si fundamentalmente su madre fuma, respecto a los que viven en hogares donde no existe este hábito.

Por otra parte, aunque la fracción de curva de incremento de estatura es más pequeña en este período, por lo que las diferencias son pocas, los resultados pueden ser más evidentes si se relacionan con otros hallazgos; el aumento del número de infecciones respiratorias en niños cuyo ambiente familiar tiene tabaquismo puede asociarse con etapas frecuentes de crecimiento compensatorio del peso corporal después de la enfermedad (Fig. 7.21). Se ejemplifica con el niño Luis en su primer año, con episodios de diferentes afecciones respiratorias, motivados por un ambiente de tabaquismo en el hogar.

Después de cada crisis hay una caída de la velocidad de crecimiento del peso; una vez que cesa la agresión, tiene lugar la recuperación por un crecimiento compensatorio.

Al incrementarse el número de días por dolencias respiratorias puede alcanzar una condición de cronicidad y afectarse la estatura final, aunque esto último no parece ser concluyente.

El efecto del tabaquismo pasivo sobre el crecimiento y la maduración en la adolescencia no está establecido.

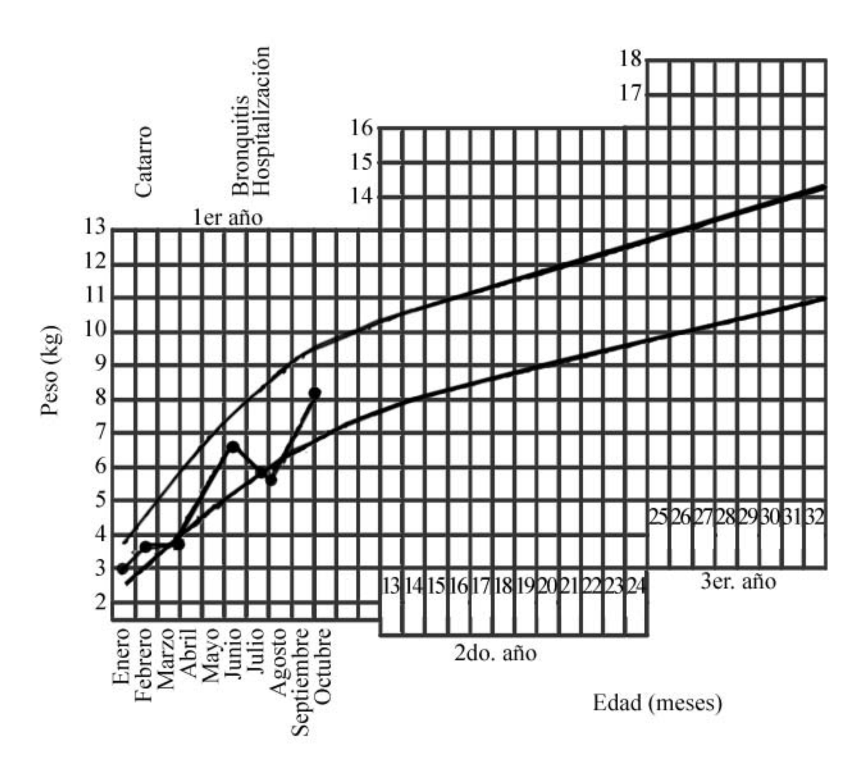


Fig. 7.21. Afectaciones del peso corporal por infecciones respiratorias recurrentes.

Área de residencia

El área de residencia (urbana o rural) ha indicado claras diferencias en el crecimiento, reportándose el mayor tamaño de los niños urbanos de muchos países, respecto a las zonas rurales. Estas fluctuaciones se han observado en Europa, América del Norte y en diferentes países en vías de desarrollo, reflejadas incluso en los valores de referencia locales. Estas variaciones fueron muy evidentes durante la primera mitad del siglo pasado, debido al mejoramiento de las condiciones de vida de las áreas urbanas.

En la actualidad, en los países industrializados de algunas regiones del mundo las zonas rurales se han desarrollado y las diferencias en el crecimiento con los niños de la parte urbana son menores. En cambio, en algunos países de Europa del Este, en Latinoamérica y otras áreas, las diferencias en el crecimiento y la maduración entre lo urbano y lo rural persisten; estas tendencias surgen de las inequidades en el orden socioeconómico, que subsisten en cada país de forma distinta y son multicausales, ya que dependen en algunos lugares de la concentración de los recursos en las urbes, mientras que en otros como África, por ejemplo, son derivadas fundamentalmente de la malnutrición crónica, en adición a las desigualdades socioeconómicas.

En la figura 7.22 se muestran las diferencias en el crecimiento alcanzado para el peso y la talla entre las zonas urbana y rural, en niñas griegas y mexicanas.

Las diferencias son mucho mayores para las niñas griegas, puesto que los dos ambientes son más diferentes que para el caso de las mexicanas. Las niñas de los suburbios urbanos tienen tanta privación socioeconómica como las de las zonas rurales y ambos grupos tienen menos crecimiento alcanzado que las griegas.

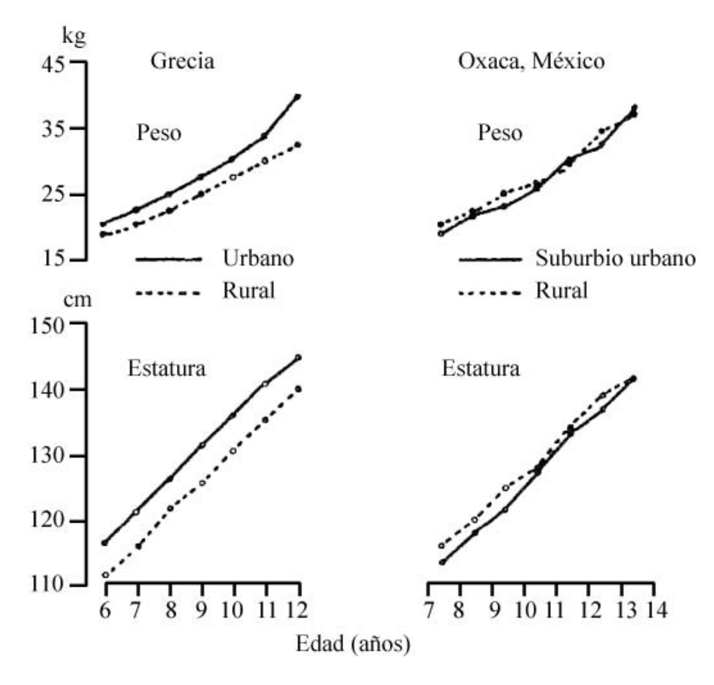


Fig. 7.22. Diferencias en el crecimiento del peso y la talla entre zonas urbana y rural de dos países.
Fuente: Malina y Bouchard (1991).

Con respecto a los indicadores de la maduración biológica, particularizada por la edad de la menarquia, se ha observado en muchas poblaciones que la primera menstruación aparece más retrasada en niñas de zonas rurales, con respecto al área urbana. En el estudio nacional del crecimiento y desarrollo en Cuba, sus dos versiones así lo demuestran.

Factores psicológicos y emocionales

Las condiciones psicológicas desfavorables pueden causar un cierto retardo del crecimiento en los niños, lo cual está relacionado con el mecanismo hormonal que regula el crecimiento. Son numerosos los estudios que han demostrado que muchas situaciones de un pobre crecimiento tienen un origen por una estimulación afectiva insuficiente.

Los problemas psicológicos pueden inhibir la secreción hormonal y mantener el organismo en una situación de espera, y si las condiciones no son adecua-

das se producen daños irreparables en el crecimiento. El estrés escolar y la orfandad son ejemplos importantes.

En la figura 7.23 se muestran las modificaciones del peso corporal frente a un cambio de estimulación psicoafectiva en la niña Carmen, quien estaba por debajo de la referencia, aun antes de entrar a un orfanato. En esta institución continuó con esa trayectoria durante 12 meses, después de los cuales la adoptaron. Al entrar en un seno familiar con una motivación adecuada, se incrementó su peso corporal y entró al canal de crecimiento correspondiente.

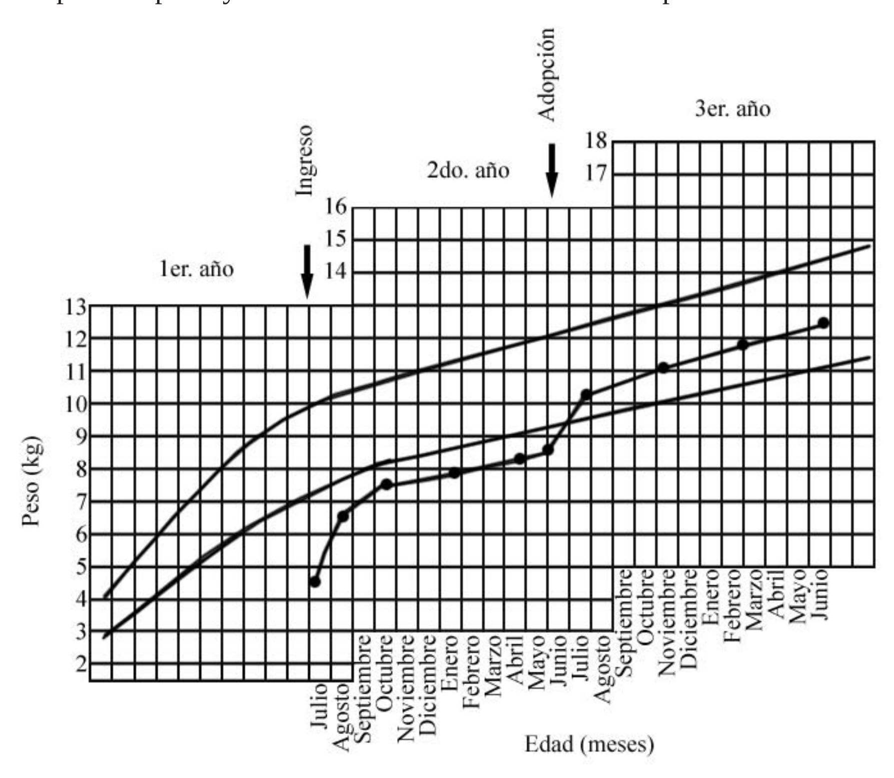


Fig. 7.23. Cambios del peso corporal por estimulación afectiva.

Estudios efectuados en Alemania, después de la ocupación, demostraron plenamente la importancia de la motivación afectiva en el crecimiento y desarrollo de los niños. Otros trabajos han indicado también que el estrés escolar puede influir en el crecimiento y la maduración, pues alumnos sometidos a régimen de internado aumentan la velocidad de crecimiento en el período vacacional.

Nutrición

Aunque la nutrición está muy relacionada con las condiciones de vida, especialmente la situación socioeconómica dada por el ingreso monetario familiar y otros factores, desde el punto de vista biológico se debe plantear la necesidad de

una adecuada disponibilidad de los alimentos y la capacidad de utilizarlos por el propio organismo, con el fin de asegurar el crecimiento. Incluye aspectos de tipo fisiológico que explican los procesos complejos que los nutrientes experimentan dentro del cuerpo, cómo se ingieren, se descomponen, se transportan y son utilizados para reconstruir infinidad de tejidos especializados, así como mantener el estado general de salud del individuo. Entre los aspectos sociales incluye, además, actitudes y creencias acerca de los alimentos, además de los hábitos de actividad física.

Hay una serie de nutrientes básicos del organismo, algunos de los cuales proporcionan la energía necesaria para las funciones vitales; el resto realiza otras funciones, que son también muy importantes para el mantenimiento y la reparación de los tejidos y sistemas del cuerpo.

Los nutrientes básicos del organismo son el agua, los carbohidratos, las grasas, las proteínas, las vitaminas y los minerales. Todos estos tienen una función muy importante en el proceso de crecimiento.

El agua tiene la importante función de ser reguladora de la temperatura. Su contenido relativo decrece durante el crecimiento; al nacimiento ocupa el 75 % del peso del cuerpo, pero solo es del 62 % en el adulto.

Los carbohidratos son la fuente fundamental de energía del organismo y sus reservas son pequeñas en el cuerpo; se almacena como glucógeno, fundamentalmente en el músculo esquelético y el hígado; también es accesible como moléculas de glucosa en la sangre. Estos nutrientes realizan varias funciones sustanciales, relacionadas con el ejercicio.

Las grasas o lípidos también proporcionan energía y son almacenadas como triglicéridos en el tejido adiposo. La cantidad de grasa varía durante el crecimiento, según el sexo y también por el estado físico del individuo, en situaciones donde se presenta el déficit, como en la delgadez y malnutrición, o los contextos excesivos por el sobrepeso y la obesidad. Aproximadamente, la grasa corporal representa un 13 % de peso al nacimiento; en el adulto constituye del 25 al 30 % de la masa corporal en la mujer y entre el 12 al 16 % en el hombre.

Algunos ácidos grasos son esenciales en pequeñas cantidades durante el crecimiento y son importantes para diferentes funciones en el organismo, por tanto, deben ser administrados por la dieta.

Las proteínas constituyen otra fuente de energía, pero tienen una función primordial para el crecimiento, el mantenimiento y la reparación de los tejidos, actuando como precursores en la síntesis de enzimas, hormonas, elementos estructurales y otros. Las proteínas constituyen aproximadamente el 11 % del peso del cuerpo al nacer, incrementándose durante el crecimiento, hasta alcanzar el 16 % en el adulto.

Las proteínas dan lugar a los aminoácidos por hidrólisis o digestión. Hay 20 aminoácidos naturalmente obtenidos por la dieta y estos pueden ser esenciales (el cuerpo no puede producirlos y deben ser adquiridos mediante la alimentación) y no esenciales.

Las vitaminas tienen una función reguladora y se requieren en pequeñas cantidades, por lo que se encuentran representadas en proporciones insignificantes en la masa corporal. Es importante que estas se administren por la dieta, pues

no son sintetizadas por el organismo, o en grandes cantidades para las necesidades del crecimiento. Las deficiencias de las vitaminas pueden traer desórdenes en el crecimiento y la maduración.

Los minerales se requieren en pequeñas cantidades, pero tienen una función muy importante en el crecimiento y la maduración, entre otras propiedades. Representan el 2 % del peso corporal al nacimiento y se incrementan durante el crecimiento, hasta alcanzar aproximadamente un 6 % en el adulto joven.

Todos estos nutrientes no funcionan aisladamente, sino que tienen un mecanismo muy complejo, dependientes de otros nutrimentos, de las enzimas y las hormonas, así como de toda una integridad funcional de los sistemas que constituyen el cuerpo humano.

Hay determinados requerimientos de energía y nutrientes para el mantenimiento del organismo, que respaldan el crecimiento normal. Existen recomendaciones establecidas por las autoridades competentes nacionales y algunas internacionales, para indicar las cantidades de nutrientes que se deben ingerir; estas normativas varían de un país a otro y a través del tiempo, siendo diferentes por grupos de edad, sexo y actividad física.

Los nutrientes son componentes de los alimentos, pero el individuo lo que ingiere son estos últimos, por esta razón hay una parte sociocultural muy importante en la alimentación. El acto de comer constituye una conducta social, que está regulada en el contexto cultural que el individuo vive. Lo que es un alimento en una cultura, no significa lo mismo en otra, por lo que hay que ejercer políticas de educación nutricional a las diferentes poblaciones, que le enseñen al individuo cuán efectiva es la calidad y tipo de alimentación para la salud y cómo puede ayudar al mantenimiento del organismo.

La función de las influencias culturales es muy importante para la nutrición, especialmente en los niños y regulada por la familia. La dependencia de los niños de sus padres, fundamentalmente de la madre y en algunos casos en instituciones, indica si el ambiente nutricional del niño está bajo control. En la adolescencia hay otra dimensión, relacionada con los roles sociales de esta etapa. En otro sentido se añade la repercusión de los medios de comunicación, que influyen en la preferencia para el consumo de determinados alimentos por los niños y adolescentes, sobre todo en las culturas occidentales.

En un contexto evaluativo, la condición del cuerpo resultante de la ingestión, utilización y gasto de nutrientes, se llama estado nutricional del individuo; es un proceso dinámico en el que el balance entre la disponibilidad y los requerimientos de nutrientes, entre la ingesta y el gasto energético, determinan una condición particular en el individuo, que podrá ser identificada como normal si hay un equilibrio satisfactorio.

Si por el contrario hay déficit o exceso de nutrientes, en relación con los requerimientos que dan lugar a un desbalance entre la ingesta energética y el gasto, se está en presencia de un estado de malnutrición. Cuando la condición es deficitaria, hay un bajo peso o una desnutrición y cuando hay un exceso de la ingesta, hay un sobrepeso o una obesidad, teniendo cada entidad una expresión fenotípica, que puede acontecer durante el proceso del crecimiento. Dichas si-

tuaciones pueden constituir un riesgo para la salud y como tal, su problemática a nivel mundial es discutida por muchas organizaciones internacionales. Una de las herramientas básicas para detectar esos problemas es la valoración antropométrica.

Desnutrición

Una parte significativa de niños en el mundo vive en situaciones de inequidades, que se corresponden con una condición nutricional inadecuada, fundamentalmente con insuficiente ingesta de proteínas y energía; el resultado es una malnutrición por defecto o desnutrición.

Cada año, más de 20 millones de lactantes nacen con insuficiencia ponderal en los países en vías de desarrollo. Estos niños corren el riesgo de morir durante sus primeros años de vida, o tener un crecimiento físico y cognitivo retardado, o en la adultez, capacidades limitadas para trabajar y obtener ingresos; si son hembras, se incrementa el riesgo de convertirse en embarazadas con un escaso aumento ponderal durante la gestación y, por lo tanto, tener recién nacidos con bajo peso.

En la figura 7.24 se ejemplifica la repercusión que tiene la malnutrición durante el ciclo vital. Además de lo mencionado, se puede apreciar que en presencia de la malnutrición, hay una mayor probabilidad de ocurrencia de enfermedades y en la adolescencia su desarrollo físico está mermado, con bajo desempeño o aptitud física asociada a la salud, debido al detrimento de los componentes corporales.

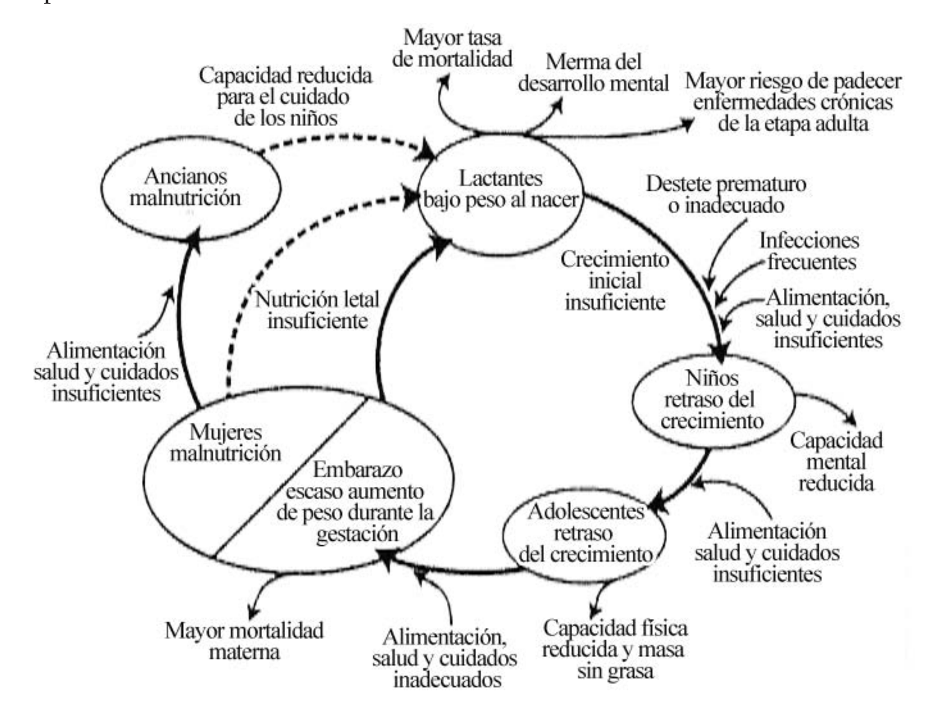


Fig. 7.24. Repercusiones de la malnutrición a lo largo del ciclo de vida.
Fuente: Seres (2000).

Los niños que son malnutridos por defecto en el claustro materno y durante los dos primeros años de vida pueden no realizar un *catch-up* completo, como se ha definido en el capítulo 3; esto significa que los niños que nacieron con bajo peso, tienen una mayor probabilidad de ser adultos de menor peso, estatura y proporciones corporales. El impacto de la malnutrición infantil es solamente reversible, en parte, a diferencia de los indicadores socioeconómicos como la tasa de pobreza.

En la figura 7.25 se ilustra la irreversibilidad del fallo de crecimiento, a través del puntaje de peso para la edad, en niños entre 0 y 60 meses, correspondientes a 3 regiones del mundo subdesarrollado: África, Latinoamérica y El Caribe, y Asia. El valor cero podría representar el puntaje equivalente a una población sana, mientras que la zona circulada significa el período en que ocurre el fallo del crecimiento, sin o con alguna pequeña recuperación.

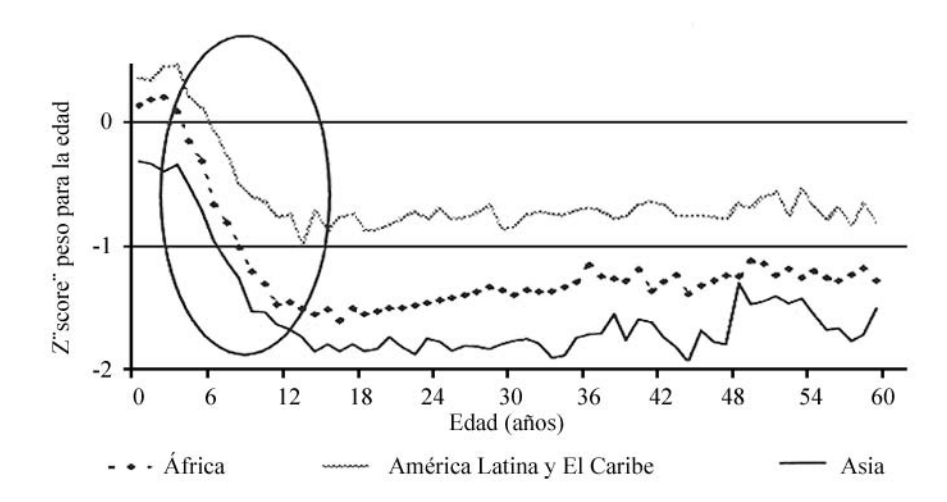


Fig. 7.25. Irreversibilidad de fallo del crecimiento en niños entre 6 y 18 meses.
Fuente: Shrimpton (2001).

Los niños que supuestamente comenzaron su crecimiento posnatal normal, debido a las condiciones multicausales adversas del envolvimiento son sometidos a un gran estrés, que se hace crónico y no permite la recuperación del crecimiento a valores adecuados, sino que llegan a un equilibrio que depende aun de las malas condiciones de vida imperante. Así, los niños asiáticos ejemplificados continúan en un estrés más marcado que los de las otras regiones.

La deprivación nutricional durante los dos primeros años de la vida constituye una herencia negativa y más que biológica tiene repercusiones socioeconómicas, debido a su parcial reversibilidad, que es muy pequeña, pues las malas situaciones vigentes continúan por generaciones y causan un efecto de cronicidad; la aplicación de políticas de intervención puede modificar favorablemente el panorama. En tales contextos, un incremento del peso al nacer en una libra podría permitir un aumento de un 7 % el tiempo de vida.

Al tener casi una tercera parte del total de los niños de todos los países subdesarrollados con un retraso del crecimiento en peso y estatura, se está en presencia de una desnutrición crónica, con cambios definitivos en otros contextos.

En la figura 7.26 se ejemplifica la persistencia del retraso del crecimiento de cada sexo en el paso de la infancia a la adultez, perteneciente a poblaciones de la India y Guatemala. Los datos fueron divididos en retraso en talla leve, moderado y grave, a los 5 años de edad. A los 18 años tuvieron menor estatura aquellos individuos que en la infancia tenían una mayor afectación del crecimiento, siendo el deterioro en tamaño más evidente en los varones; entre las dos poblaciones se aprecian tendencias diferentes, ya que su contexto social es también distinto.

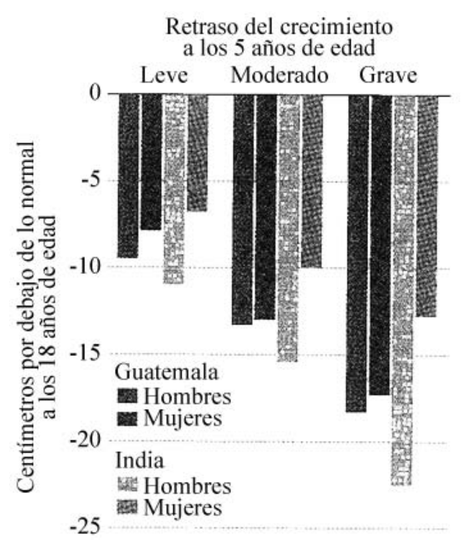


Fig. 7.26. Persistencia del retraso del crecimiento de la infancia a la adultez.
Fuente: Martorell et al. (1994).

Cuando se produce un retraso del crecimiento durante los 5 primeros años de vida, ya los daños en el desarrollo físico-motor y cognitivo suelen ser irreversibles. Los costos del deterioro de la salud se extienden durante toda la vida de la persona y en su descendencia.

La subnutrición y el retardo del crecimiento pueden estar acompañados de deficiencias de vitaminas y minerales. Aunque estas carencias pueden ser leves, incrementan el riesgo de enfermar o morir, además de provocar un deterioro cognitivo que se refleja en la productividad de la vida adulta.

Los problemas de malnutrición, según las estadísticas de la Organización Mundial de la Salud, pueden ser antecedentes de la mortalidad infantil, aproximadamente en la mitad de los casos; con programas de intervención, una reducción de un 60 % de la insuficiencia ponderal produjo un descenso del 16 % de la tasa en América Latina, 27 % en Asia, África del Norte y el Cercano Oriente.

En el contexto de las curvas de crecimiento de niños de edad escolar y nivel socioeconómico bajo, que viven en regiones donde la malnutrición es crónica, aunque ligera a moderada, se pueden observar diferencias marcadas entre niños bien nutridos y malnutridos. En la figura 7.27 se indica la diferencia entre las curvas de crecimiento alcanzado del peso y la estatura entre 5 y 17 años, en niños del sur de México. Los niños bien nutridos tienen mayores estaturas y pesos a los 5 años y en todas las edades, respecto a los que presentan una malnutrición.

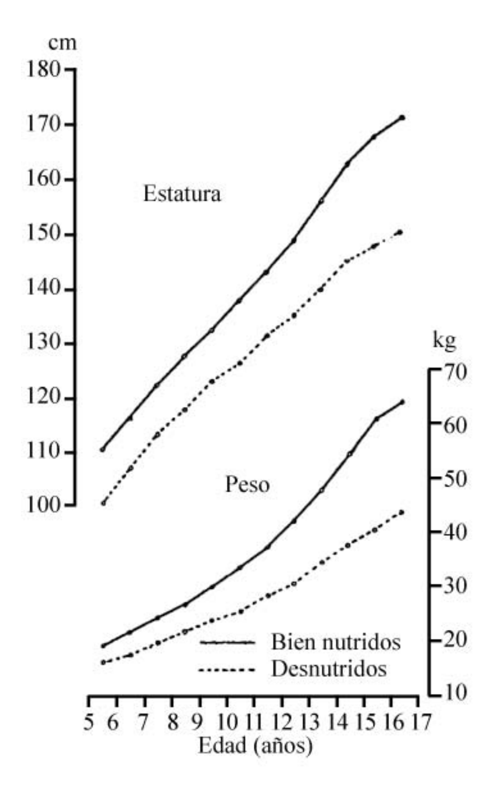


Fig. 7.27. Estatura y peso de escolares mexicanos bien nutridos y malnutridos.
Fuente: Malina y Bouchard (1991).

Las diferencias se hacen mucho mayores al alcanzar la etapa de la adolescencia, al final de la cual se establecen las proporciones adultas. Esto respalda los comentarios de párrafos anteriores, que señalan la repercusión en las proporciones adultas, de la desviación del cause del crecimiento por problemas nutricionales en la infancia temprana.

Enfermedades asociadas con la desnutrición

Las enfermedades infecciosas y parasitarias constituyen un factor contribuyente al retardo del crecimiento, asociado con una desnutrición crónica. Las situaciones más comunes incluyen el sarampión, neumonía y otras enfermeda-

des respiratorias, parásitos intestinales (amebas, nemátodos, helmintos). Estas entidades infecciosas y parasitarias parecen actuar de una manera sinérgica con la desnutrición crónica.

De esta forma, el niño desnutrido es más susceptible de contraer enfermedades infecciosas o parasitarias y por otro lado, el individuo en crecimiento con estas enfermedades es más propenso a tener una desnutrición. Las infecciones causan pérdida del apetito, malabsorción, cambios metabólicos y conductuales, que afectan las prácticas de la alimentación y agotan las reservas de nutrientes del cuerpo.

En muchas áreas geográficas del mundo, con determinadas condiciones climáticas adversas en cuanto a temperatura, humedad, precipitaciones, además de malos hábitos higiénicos y sanitarios, entre otros aspectos, son factores importantes para difuminar las infecciones y los parásitos; estas son zonas de alta prevalencia de desnutrición en la infancia.

En el mundo, cada año mueren más de 10 millones de niños por debajo de los 5 años, muchas veces por causas prevenibles y la mayoría en países pobres. Más del 50 % de esas muertes son atribuibles a la malnutrición, por lo que se confirma la asociación. En la figura 7.28 se representan las principales causas de muerte de los niños, asociadas con la malnutrición. Se observa la gran influencia de la insuficiencia ponderal en la mayoría de las entidades representadas.

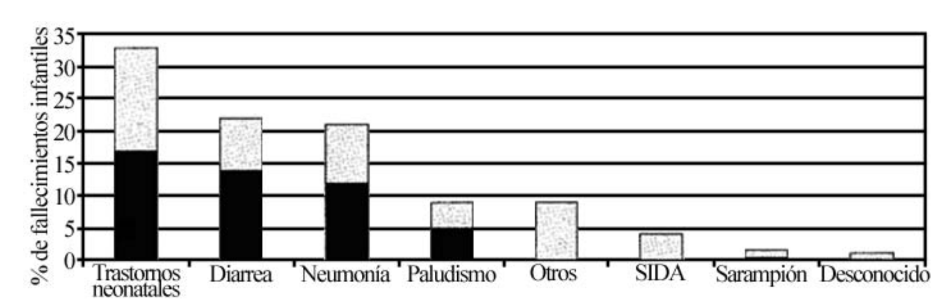


Fig. 7.28. Fallecimientos infantiles en el mundo por diferentes causas.
Fuente: Black et al. (2003).

Según datos de diferentes expertos, algunas deficiencias de micronutrientes, por ejemplo, contribuyen a la morbilidad y la mortalidad, incrementando la prevalencia y severidad de la diarrea y la neumonía. Procedimientos estadísticos demuestran la relación entre la mortalidad y la desnutrición, independientemente de las condiciones socioeconómicas y otras.

En general, opiniones autorizadas sugieren que la malnutrición en la infancia es la principal contribuidora a la enfermedad, haciendo una relación de compromiso de los factores de riesgo relacionados a la desnutrición, el consumo excesivo de algunos componentes de la dieta (calorías totales y grasas) y bajo consumo de otros, como frutas y vegetales. El déficit ponderal materno tiene un papel importante en la ocurrencia del bajo peso en el recién

nacido, lo cual se convierte, a su vez, en un factor de riesgo para el retardo del crecimiento y desnutrición del niño, así como para algunos tipos de enfermedades crónicas en el adulto.

En los últimos años se ha señalado la asociación significativa entre el bajo peso al nacer y la subnutrición en las primeras etapas de la vida, con un riesgo a padecer obesidad y enfermedades relacionadas con la alimentación en la etapa adulta, como la diabetes y las cardiopatías, entre otras, vinculadas además con un estilo de vida sedentario. No obstante, también se ha encontrado una asociación positiva entre el sobrepeso materno, la alta ponderosidad en el recién nacido y la aparición de diabetes en la vida adulta.

Todo esto sugiere una combinación del hambre y la pobreza con la migración de las capas más bajas de las poblaciones en los países subdesarrollados hacia la urbanización, aparte de la plasticidad del organismo para adaptarse a un ambiente con diferentes condiciones, que modifican sus hábitos alimentarios, prácticas culturales y adoptan un estilo de vida más sedentario.

Prácticas culturales y desnutrición

Se conoce que las prácticas culturales y una educación limitada también pueden ejercer una influencia importante que afecta el estado de nutrición en la infancia. La distribución de los alimentos en la familia sigue un patrón que responde a la cultura local y a menudo en poblaciones de áreas subdesarrolladas los niños son los últimos en comer, pues son los que no trabajan.

Muchas de las prácticas culturales y la organización familiar tienen su influencia en el estrés nutricional asociado a la aparición de enfermedades parasitarias e infecciosas por mala manipulación de los alimentos, por ejemplo, en algunas partes del mundo subdesarrollado existe la creencia de que la leche entera no es buena para la diarrea y es eliminada de la dieta del niño o diluida con agua, que a menudo no está bien purificada. La diarrea se acompaña usualmente de vómitos y aquí aparece la leche cortada; por tal razón la madre cree que la leche "se puso mala en el estómago" y no se la administra al niño enfermo, induciéndolo a la desnutrición.

Otro factor es la retirada de alimentos fríos, como frutas, durante la enfermedad; dichos alimentos son reemplazados por líquidos calientes, como agua de arroz y agua caliente con tallarines. Otro dogma en algunas áreas rurales subdesarrolladas es que los alimentos sólidos "ponen mal el estómago" de un niño con fiebre o diarrea y como no se les administran, llegan pocos nutrientes al organismo, ya desnutrido, teniendo menos energía disponible para sus funciones vitales, lo cual empeora su situación nutricional.

Enfermedades en los niños bien nutridos

Las infecciones y diarreas tienen menos efecto sobre el crecimiento de un niño bien nutrido; usualmente lo que se produce es una disminución temporal de la velocidad de crecimiento del peso durante episodios severos de una enfermedad.

Hay, sin embargo, un amplio rango de variaciones como respuesta de una enfermedad a corto plazo. Una de ellas es el factor socioeconómico, ya que niños con condiciones mejores de vida tienen mayor acceso al tratamiento y cuidados de salud, por lo que hacen una recuperación nutricional adecuada. Los niños de estratos sociales menos favorecidos hacen una mayor recurrencia a la enfermedad.

A largo plazo, no parece haber una influencia significativa de las enfermedades infecciosas o parasitarias sobre el crecimiento y la maduración en los niños bien nutridos.

Trastornos de la conducta alimentaria

Otro aspecto muy importante es el trastorno de la conducta alimentaria (TCA), un desorden de la alimentación que lleva un contexto físico, con un gran trasfondo emocional, que conduce a conductas que dirigen los hábitos de la alimentación; por una parte se pueden citar aquellas relacionadas con un bajo peso y por otro lado, las que producen el sobrepeso y la obesidad. Estos trastornos pueden ocurrir durante el período de crecimiento.

Los trastornos alimentarios, concretamente, son enfermedades que se relacionan con la alteración de los hábitos alimentarios comunes. Estas conductas pueden o no alterarse voluntariamente, lo que está sujeto a factores internos y externos como el nivel de autoestima, presiones familiares, frustración por tener sobrepeso, comparación constante con alguien cercano por parte de un familiar u amigo, así como presiones sociales.

Los desórdenes que habitualmente se identifican con el término de trastorno de la conducta alimentaria están asociados al déficit nutricional; estos son la anorexia, la bulimia, el comedor compulsivo o *binge eater* y algunos estados transitorios, que pueden aparecer con mucha mayor frecuencia en adolescentes del sexo femenino. En estos trastornos se experimenta debilidad, deficiencias nutricionales que favorecen el desarrollo de otras condiciones, como amenorrea o ausencia del ciclo menstrual regular, y afecciones psicológicas como depresión y cambios en el estado de ánimo. Los síntomas que los identifican son:

- Pérdida significativa de peso en poco tiempo y sin ninguna razón aparente.
- Fluctuaciones de peso constantes (sube y baja cantidades significativas).
- Dieta restrictiva en tipo de alimentos o cantidades, o por el contrario, comer sin limitarse y compulsivamente cuando se está bajo estrés.
- Miedo a aumentar de peso o distorsión de la imagen corporal.

Para evaluar todos estos desórdenes de la conducta alimentaria se han creado una serie de instrumentos que permiten identificar qué tipo de trastorno se está evaluando.

Anorexia nerviosa

Es el trastorno alimentario más común entre adolescentes y jóvenes en la actualidad. Se caracteriza principalmente por la alteración de la percepción de la

imagen, que consiste en una persistencia al pavor ante la gordura o la flacidez de las formas corporales, de modo que el enfermo se impone a sí mismo una restricción alimentaria para permanecer por debajo del límite mínimo de peso corporal establecido para su edad y estatura, por ejemplo, una pérdida de peso que da lugar a un valor inferior al 85 % del esperable, o fracaso en conseguir el aumento ponderal normal durante el período de crecimiento, lo que da como resultado una masa corporal inferior al 85 % de la referencia; el valor del índice de masa corporal en estos casos es menor que 17,5 kg/m^2. Los enfermos prepúberes pueden no experimentar la ganancia de peso propia del período de crecimiento.

La pérdida de peso se consigue mediante la disminución en la ingesta de comidas, acompañada de intenso ejercicio. Hay un trastorno endocrino generalizado que afecta al eje hipotalámico-hipofisario-gonadal, manifestándose en la muchacha como amenorrea secundaria (ya con la ausencia de al menos 3 ciclos menstruales consecutivos), mientras que en el varón como una pérdida de interés y de la potencia sexual. También pueden presentarse elevadas concentraciones de hormonas del crecimiento y cortisol, alteraciones del metabolismo periférico de la hormona tiroidea y anomalías en la secreción de insulina.

Si el inicio de este desorden es anterior a la adolescencia, se retrasa la secuencia de las manifestaciones de la pubertad, o incluso ésta se detiene (cesa relativamente el crecimiento); en las hembras no se desarrollan las mamas y hay amenorrea primaria; en los varones persisten los genitales infantiles. Si se produce una recuperación, la pubertad suele completarse, pero la menarquia es tardía.

Entre las alteraciones están presentes la hipotermia, bradicardia, hipotensión, edema, lanugo, y una gran cantidad de cambios metabólicos y amenorrea (en el sexo femenino).

Bulimia nerviosa

Se caracteriza por episodios frecuentes de voracidad (atracones), seguidos por conductas compensatorias inapropiadas, como el vómito autoinducido, el abuso de fármacos, laxantes, diuréticos y otros medicamentos, el ayuno o el ejercicio; como en la anorexia, existe una alteración de la percepción corporal. Las comidas son habitualmente muy calóricas, dulces, se engullen de forma rápida y hasta en secreto.

Los atracones se caracterizan por:

- Ingesta de alimento en un corto espacio de tiempo, por ejemplo, en un período de 2 h, en cantidad superior a la que la mayoría de las personas ingerirían en un tiempo similar y en las mismas circunstancias.
- Sensación de pérdida de control sobre la ingesta del alimento, por ejemplo, sensación de no poder parar de comer o no poder controlar el tipo o la cantidad de comida que se está ingiriendo).

Los atracones y conductas compensatorias inapropiadas tienen lugar, como promedio, al menos 2 veces a la semana, durante un período de 3 meses.

En este desorden existe una preocupación continua por la comida, con deseos irresistibles de comer, de modo que el enfermo termina por sucumbir a ellos, presentándose episodios de polifagia durante los cuales consume grandes cantidades de comida, en períodos cortos.

El peso puede ser normal o inclusive la persona mantenerse delgada. El enfermo se fija, de forma estricta, un límite superior de peso muy inferior al que tenía antes de la enfermedad, o al de su valor óptimo. Se puede asociar este trastorno al consumo de alcohol y drogas. Las complicaciones más relevantes son la erosión dentaria, desequilibrios hidroelectrolíticos, arritmias y trastornos digestivos.

La anorexia y la bulimia nerviosas, al igual que el comedor compulsivo o los estados transicionales entre una forma y otra, presentan manifestaciones comunes y características distintivas; lo que identifica a estos trastornos es su extrema preocupación en torno al peso y la forma corporales, su idea sobrevalorada de delgadez, por lo que en la etapa del crecimiento trae consigo una desorganización de la composición corporal. Al alterarse la masa corporal total se modifican las fracciones que la componen.

Son trastornos multidimensionales, en los que interactúan factores fisiológicos o biológicos, evolutivos, psicológicos y socioculturales. Entre las causas más importantes para ambos trastornos y sus estados transitorios se encuentran la presión cultural o la "moda" hacia la delgadez; el deseo de alcanzar una imagen idealizada de cuerpo perfecto para compensar la baja autoestima; igualmente, el miedo al rechazo; estados emocionales negativos, con presencia generalmente de ansiedad y depresión; estrés interpersonal; hábitos de alimentación y control de peso, potenciados por el intento de seguir una dieta rígida irreal y drásticamente restrictiva, así como conocimientos inadecuados sobre la nutrición, peso o composición corporal y apariencia física.

Los estudios epidemiológicos señalan que la anorexia aparece en el sexo femenino, en el 0,5 al 1 % de las mujeres entre 14 y 18 años, en países industrializados donde abunda la comida y en los que estar delgado se relaciona estrechamente con el ideal de belleza, siendo casi desconocido en los países menos desarrollados; después de las edades referidas la incidencia es mucho menor.

La edad más común de inicio se sitúa alrededor de los 15 años, pero se ha descrito que hasta el 5 % de los casos de anorexia puede iniciarse a los 20 años. Aunque entre el 90 y 95 % de los casos se observa en hembras, en la última década se ha producido un aumento en varones, siendo su proporción de un individuo del sexo masculino por cada 10 del femenino.

Desde el punto de vista del nivel socioeconómico, se ha señalado que la anorexia nerviosa se presenta con mayor frecuencia en estratos socioculturales altos y medio altos, pero esta ha disminuido. La enfermedad tiene una evolución crónica y se acompaña de complicaciones adicionales tanto de morbilidad como de mortalidad y casi la mitad de los pacientes anoréxicos presentan episodios bulímicos. Si no se produce una intervención o si ésta no resulta efectiva, el individuo sigue un curso de progresiva desnutrición que puede desembocar en

estados caquécticos, con pérdidas ponderales del 50 % de su valor adecuado o estabilizarse en porcentajes inferiores (entre el 20 y el 25 %).

Los estudios epidemiológicos de la bulimia nerviosa son más recientes. Las tasas de incidencia y prevalencia son difíciles de estimar, debido al carácter secreto del trastorno, no obstante, las cifras recogidas por diversos autores indican una variabilidad que oscila entre el 1 y el 20 %. La edad de inicio promedio es de 11 a 18 años, pero puede afectar también a niñas mucho más jóvenes. La relación varones/hembras es la misma que en la anorexia nerviosa, teniendo igualmente mayor incidencia en el sexo femenino y afecta más a individuos de países industrializados.

Trastorno compulsivo de comer (binge-eater)

Es uno de los más frecuentes y se define como un pequeño trastorno de la conducta alimentaria, que se identifica por unos pequeños ataques de comer; en estos ataques es importante valorar la pérdida de control que se presenta. Para diagnosticarlos se deben identificar, por lo menos, 3 de las siguientes situaciones:

- Comer mucho más rápido de lo normal.
- Comer hasta sentirse desagradablemente "lleno".
- Comer grandes cantidades de comida, sin tener hambre.
- Comer solo (a) "a escondidas", para no avergonzarse de la cantidad ingerida.
- Sentirse arrepentido, deprimido o culpable, luego del episodio.
- Que los episodios de "ataque de comer" ocurran con un promedio de 2 veces por semana, durante los últimos 6 meses.
- Que den lugar a un serio malestar psicológico.
- Que no ocurran durante episodios de bulimia nerviosa.
- Que no se sigan de acciones purgativas: vómitos, diuréticos, laxantes.

Estos ataques aparecen hasta en el 30 % de las personas que intentan adelgazar, con respecto a la población general; entre estas que realizan plan de reducción de peso, tienen gran representación las adolescentes.

Estas conductas también son frecuentes en los obesos con dietoterapia restrictiva y se ha encontrado una relación entre la gravedad del trastorno compulsivo de comer y el grado del exceso ponderal; estos individuos tienen mayor tendencia a sufrir variaciones bruscas en el peso y reiniciar de forma cíclica su tratamiento reductor.

En el ámbito del deporte se detecta una prevalencia de estos trastornos del comportamiento alimentario, superior a la hallada en la población general, sobre todo en algunas especialidades. La prevalencia varía desde el 15 hasta el 62 %, afectando, en más del 90 % de los casos, a muchachas adolescentes o mujeres; se reporta una frecuencia del 50 % para deportistas de élite.

Algunas deportistas tratan de controlar su peso mediante la práctica de un ejercicio intenso. Estos problemas nutricionales alcanzan mayor relevancia en la

danza y en deportes individuales como la gimnasia, los saltos de trampolín y el patinaje artístico, donde la imagen corporal entra a formar parte del juicio subjetivo, además de las corredoras de fondo, sin dejar de mencionar algunas profesiones como modelos de pasarela, presentadoras de televisión, entre otras.

En la esfera deportiva se hallan atletas del sexo femenino con trastornos de la ingesta alimentaria en la totalidad de las disciplinas. A pesar de que la pérdida de peso pueda ser nefasta para el deportista, por modificaciones que erróneamente se producen en sus fracciones corporales, niegan frecuentemente que estén sometidos a dieta.

Los hábitos alimentarios correctos son fundamentales para el rendimiento deportivo, por lo que las anomalías nutricionales pueden influir negativamente. La presión que sufre el deportista, de uno u otro sexo, para mantener un peso óptimo puede ser un factor determinante en la aparición de enfermedades de la conducta alimentaria. Hay opiniones que concluyen que el ejercicio físico de alto nivel interviene en el desarrollo y mantenimiento de los trastornos de la alimentación, afectando más a la anorexia que a la bulimia nerviosa, que se puede producir fundamentalmente en niñas y jóvenes atletas.

Obesidad

La obesidad, aunque es una entidad multifactorial, en una de sus variantes puede constituir un trastorno de la conducta alimentaria. Esta última es la más frecuente y se denomina obesidad exógena, donde no se encuentra ninguna alteración genética o endocrina. La obesidad ocurre cuando la ingesta alimentaria supera al gasto de energía realizada por el individuo, dando como resultado un depósito excesivo del tejido adiposo en el organismo.

Se puede identificar a través del exceso de peso corporal, a expensas fundamentalmente de la masa grasa, que altera la salud del individuo y lo pone en riesgo de desarrollar una enfermedad crónica. Clínicamente, un niño se considera obeso cuando su peso supera en más del 20 % el peso medio recomendado para su edad, talla y sexo. Para mayor certeza diagnóstica, esta observación debe ser complementada con la estimación de la grasa corporal.

Las conductas que inducen a esta obesidad son el resultado de un estilo de vida inadecuado, con hábitos alimentarios modificados, donde imperan dietas hipercalóricas y una actividad física disminuida.

El factor cultural puede ser muy importante en el desarrollo de la obesidad, implicando hábitos nutricionales específicos que la impulsan, por ejemplo, la alimentación urbana actual en poblaciones mexicanas suele ser elevada en grasa y de bajo consumo de frutas, verduras y cereales integrales; sin embargo, estas son comidas diarias que en los grupos emigrantes del medio rural son representativas de los días festivos. Lo anterior indica que al pasar del medio rural al urbano hay un cambio de hábitos alimentarios perjudicial, que origina una situación cultural de riesgo hacia la obesidad.

Hoy en día, el sobrepeso y la obesidad constituyen un problema de salud pública. Uno de los períodos más sensibles o de mayor riesgo para que esto ocurra es el primer año de vida, por lo que la edad de aparición en el 50 % de los

casos es antes de los 2 años; el resto se observa en la otra fase de crecimiento acelerado, la adolescencia. Ambas etapas se caracterizan por cambios importantes en la composición corporal, particularmente el incremento del tejido adiposo. La obesidad en la infancia es predictiva de la del adulto.

En el adulto, el sobrepeso y la obesidad se consideran una epidemia global; en la edad pediátrica constituyen un trastorno de alta prevalencia con esta misma tendencia, según autoridades internacionales.

En la figura 7.29 se muestra el estado de la obesidad en la infancia, en diferentes países del mundo, en un estudio realizado con datos de la última década del pasado siglo. La mayoría de los datos de estos prescolares proceden de países en vías de desarrollo y se observa que 13 de ellos sobrepasan los valores de la prevalencia de un país industrializado como EE.UU.

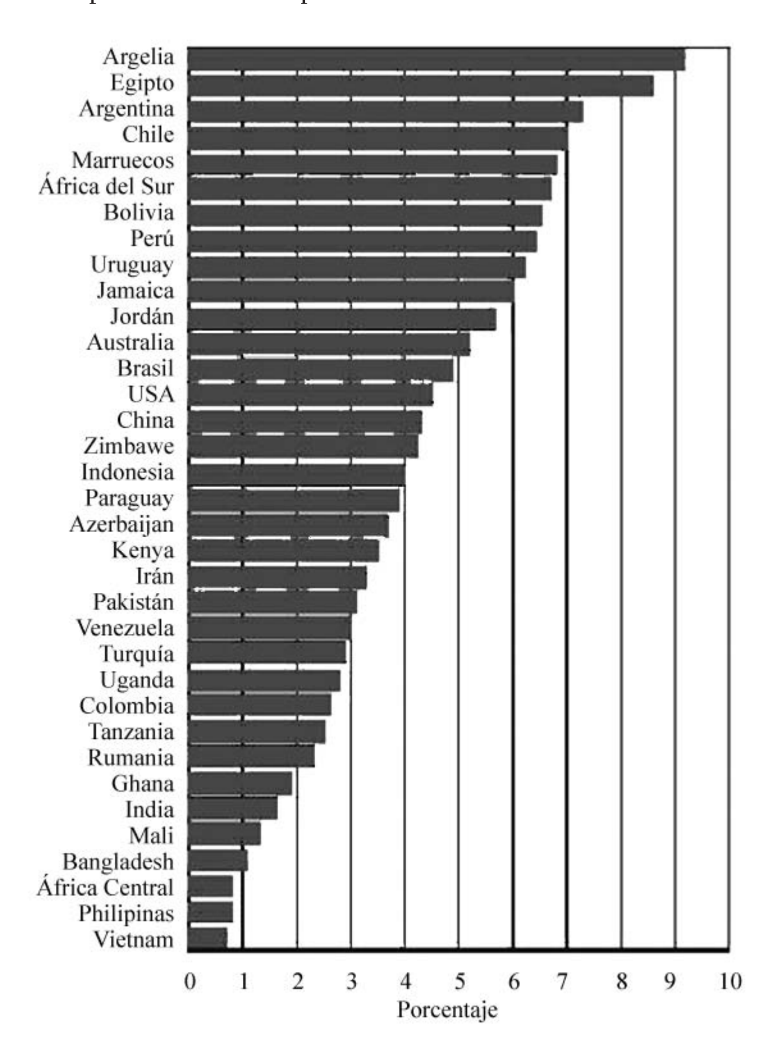


Fig. 7.29. Situación de la obesidad por países en niños menores de 5 años. Fuente: Onis y Blossner (2000).

Argelia y Egipto exhiben los mayores porcentajes de obesidad, seguidos por Argentina y Chile, cuyas cifras también se destacan entre unas de las mayores representaciones en la etapa adulta en esos años.

Aunque históricamente se afirmó que la tasa de obesidad en los niños era mucho más elevada en los países industrializados, ya desde los últimos años del siglo pasado comenzó a aumentar significativamente en otras partes del mundo. Durante 1990, en Brasil y EE.UU. se observó que el 0,5 % de la población infantil se estaba convirtiendo en sobrepeso cada año; en Canadá, Australia y diferentes partes de Europa, este porcentaje se incrementó al 1 %.

Entre los 5 y 17 años la prevalencia mundial de obesidad en ese período se incrementó, siendo significativamente más alta en las Américas, seguido por los países europeos (Fig. 7.30). Hay un amplio rango de niveles de prevalencia en diferentes regiones del mundo, con menores valores en el África Subsahariana.

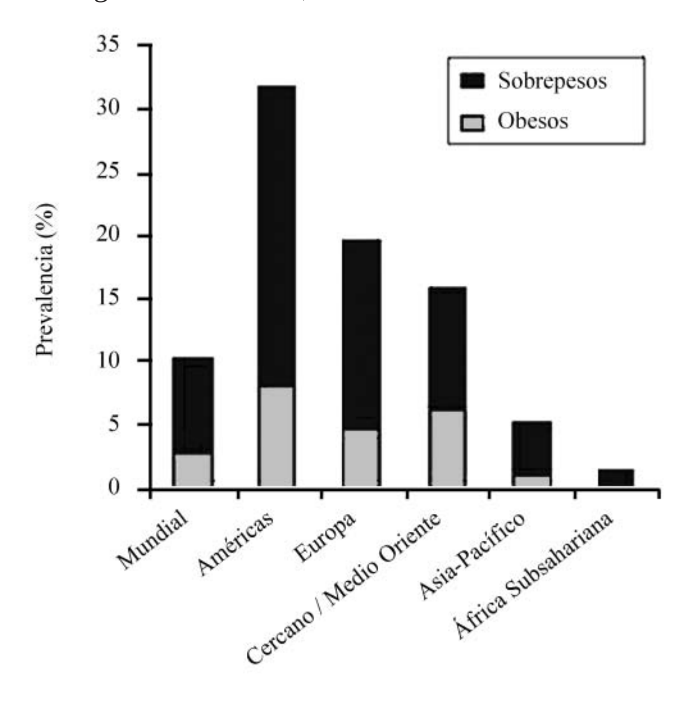


Fig. 7.30. Prevalencia de obesidad en el mundo.

Entre sexos, la frecuencia reportada fue mayor en las hembras de las Américas, Europa y los países del Cercano y Medio Oriente. En la zona Asia-Pacífico el reporte fue mayor en los varones.

Aproximadamente, del 25 al 30 % de los niños y adolescentes se encuentran afectados en la actualidad; concretamente se ha duplicado el número de preescolares y adolescentes con exceso de peso, mientras que se ha triplicado entre las edades de 6 a 11 años. Pero estas cifras aumentarán para fines de década, lo que tendrá un profundo impacto en distintos sectores, desde sistemas de cuidado de la salud hasta la economía.

Se estima que para el 2010 en América del Norte y América del Sur, casi la mitad de los niños de la región tendrán sobrepeso. En la actualidad, la tasa se encuentra en cifras del 28 %. En países de la Unión Europea es del 25 % y será de alrededor del 38 %, de continuar la presente tendencia.

Se espera que la tasa de niños obesos aumente de manera significativa en el Medio Oriente y América Latina, así como en el Sudeste Asiático y el Pacífico Occidental. Se ha planteado que México, Chile, Brasil y Egipto tienen prevalencias comparables a los principales países industrializados del mundo.

Informes analizados desde 1980 hasta el 2005, así como datos de la Organización Mundial de la Salud encontraron tendencias que cubren niños en edad escolar en 25 países y en jardines de infantes de 42 naciones. La obesidad infantil aumentó prácticamente en todos los países en los que se obtuvieron datos. La tendencia parece ser alentada por la creciente disponibilidad de comida "chatarra", estilos de vida más sedentarios y una serie de otros factores.

El análisis también detectó fuertes incrementos de niños gravemente obesos y pronostica que la proporción de afectados casi se duplicará en Europa y el Medio Oriente para fines de la década. En ambas Américas, la cifra pasará de menos del 10 % en la actualidad al 15,2 % en el 2010. Debido a que los niños sobrepeso tienden a ser adultos obesos, los afectados ahora posiblemente sean más enfermos, a medida que pasen los años.

La obesidad es un factor de riesgo asociado a un grupo de enfermedades crónicas como diabetes mellitus, hipertensión arterial, cardiopatías, alteraciones esqueléticas, hipercolesterolemia e inadaptación psicosocial, entre las más importantes.

Con el sobrepeso y la obesidad ha aumentado la prevalencia de morbilidad y mortalidad en las poblaciones del mundo. La obesidad está asociada a 300 000 muertes por año.

Se ha estimado que el 10 % de la población escolar mundial manifiesta un exceso de grasa corporal, relacionado con el incremento de enfermedades crónicas. Una cuarta parte de esos individuos en sobrepeso es obesa, con una comorbilidad significativa, que perdura durante la adultez.

Por el incremento de la comorbilidad, hoy día la mayor implicación de la obesidad está dada en el pase de esta epidemia a la próxima generación de adultos, con nuevas condiciones de emergencia que elevan los costos de los servicios de salud.

Los efectos en la salud del aumento de la prevalencia en la obesidad infantil se hacen más serios por el incremento de la severidad de la condición; no solo hay una mayor proporción de población en sobrepeso, sino que el exceso de peso es más elevado que en las generaciones anteriores, con una mayor frecuencia.

Factores que contribuyen al desarrollo de la obesidad

De la discusión anterior se puede señalar que existen una serie de factores ambientales que contribuyen al desarrollo de la obesidad, los más destacados son la sobrealimentación y el sedentarismo, aunque se ha recalcado la influencia del

nivel socioeconómico (clase social baja en los países desarrollados y alta en países en vías de desarrollo), la malnutrición materna, el tipo de estructura familiar (hijo único, hijos adoptados, el último descendiente de una gran familia, padres separados, familia monoparental, madre mayor de 35 años, familia numerosa), además de aspectos relacionados con el clima.

La sobrealimentación desde épocas tempranas de la vida, debido al reemplazo de la lactancia materna por la lactancia artificial, a la introducción precoz de la alimentación complementaria y al aporte de alimentos en cantidad superior a la necesaria, se ha correlacionado con la aparición posterior de obesidad; sin embargo, esto parece estar más relacionado a una contribución calórica excesiva que a la práctica alimentaria en si misma.

El cambio observado en las últimas décadas en los hábitos de comer, con la introducción de alimentos que aportan muchas calorías, especialmente a base de grasas y azúcares refinados, favorece un consumo de nutrientes superior a los requerimientos promedio y contribuye al desarrollo de sobrepeso y obesidad desde la niñez.

La menor actividad física, producto de las condiciones de vida moderna, la disminución de las actividades recreativas al aire libre y el uso masivo de la televisión y la computadora como pasatiempos, han contribuido a fomentar un estilo de vida cada vez más sedentario en diferentes países.

En muchos lugares la televisión es el factor predictor más importante de obesidad en los adolescentes y muestra un efecto dosis-respuesta. Cuantos más programas de televisión se ven, mayor es el riesgo de obesidad. Entre las explicaciones encontradas para sustentar este planteamiento está el hecho de que la televisión anuncia alimentos con alto contenido calórico (aperitivos), y sus personajes en general muestran unos hábitos alimentarios malos; los niños tienen más posibilidad de tomar aperitivos mientras ven la televisión, además de reemplazar las actividades al aire libre que consumen más energía, como los juegos o deportes.

En la figura 7.31 se identifica la asociación entre la obesidad y el sedentarismo, representado este con la cantidad diaria de horas frente a la televisión. Se observa que la ponderosidad (representada por el índice de masa corporal) se incrementa a medida que los niños dedican mayor tiempo libre a ver televisión.

El sedentarismo que a temprana edad contribuye al desarrollo de la obesidad, constituye una variable incidente en el retardo de un adecuado y oportuno desarrollo motor. La inactividad promueve la aparición de factores de riesgo, lo que sumado a una deficiente aptitud física, aumenta el riesgo de mortalidad posterior.

Repercusiones de la obesidad infantil

Son importantes las consecuencias de la obesidad sobre el desarrollo psicológico y la adaptación social del niño. En general, las personas obesas no están bien consideradas en la sociedad. Se ha comprobado que los niños obesos tienen una pobre imagen de sí mismos y expresan sensaciones de inferioridad y rechazo; la discriminación por parte del resto de las personas desencadena en ellos actitudes antisociales, que les conducen al aislamiento, depresión e inactividad y frecuentemente producen aumento de la ingestión de alimentos, lo que a su vez agrava o al menos perpetúa la obesidad.

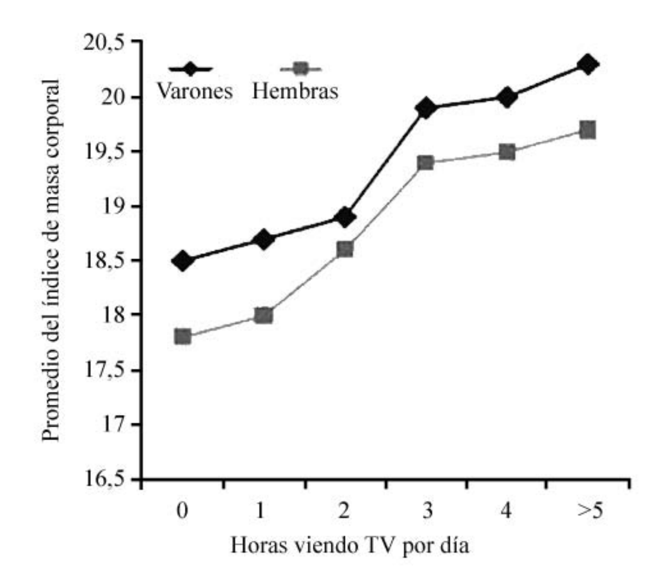


Fig. 7.31. Asociación del índice de masa corporal y el número de horas viendo la televisión, en niños.
Fuente: Freedman et al . (2002).

En la figura 7.32 se representa el nivel de rechazo tributario de los niños obesos, expresado por la tenencia de un menor número de amigos que los sujetos con peso normal.

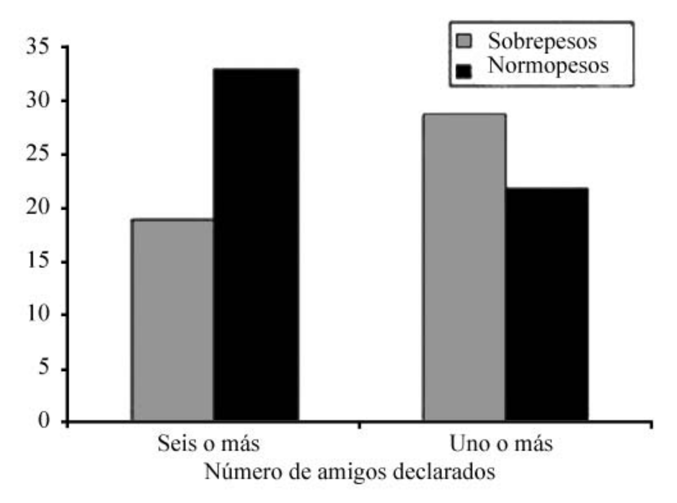


Fig. 7.32. Representación de la marginación de los niños obesos mediante el número de amigos declarados.
Fuente: Strauss y Pollack (2003).

La etapa prescolar ha sido identificada como un período crucial para estudiar los determinantes de la obesidad infantil, por el llamado rebote del tejido adiposo. La edad en la que se produce este rebote de la adiposidad está asociada con el peso corporal del adulto. Numerosos estudios han demostrado que el rebote precoz de la adiposidad está asociado con el aumento del riesgo de obesidad durante la adolescencia y la edad adulta. Diversas publicaciones respaldan que el período de crecimiento rápido de la primera infancia se asocia significativamente con el sobrepeso y la obesidad en años posteriores.

Los niños obesos pueden presentar alteraciones en el crecimiento y desarrollo. Una de las primeras manifestaciones del aumento de la grasa corporal en la edad pediátrica es la aceleración en la velocidad de crecimiento y esto hace que el diagnóstico de obesidad se retarde e identifique en 9grados avanzados de sobrepeso. En su mayoría, la talla de estos individuos se sitúa por encima del percentil 50 (P50) para su edad. Aparece una maduración sexual y edad ósea adelantadas y un estirón puberal también precoz, condicionando una pubertad temprana. Algunos alcanzan una talla media o relativamente baja al llegar a la vida adulta. Por otra parte, las niñas obesas pueden presentar también anormalidades menstruales, como la oligomenorrea.

En los varones prepúberes el seudohipogenitalismo es un problema muy frecuente, ya que la grasa suprapúbica entierra la base del pene y disminuye su tamaño real. La ginecomastia es también un inconveniente en los varones, debido a una acumulación de grasa en la región mamaria, sin existir generalmente aumento real del tejido glandular mamario.

Con respecto a la función pulmonar, se presentan afectaciones sobre el aparato respiratorio de los niños obesos. Pueden exhibir disnea de esfuerzo ante el ejercicio físico moderado e incluso insuficiencia respiratoria con intoxicación por dióxido de carbono. En casos de obesidad severa-moderada los índices espirométricos están alterados y existe un aumento en las infecciones respiratorias. Los niños obesos tienen un nivel de actividad física disminuido. Se cansan antes que sus compañeros y no pueden competir con ellos. Además, la obesidad favorece el broncoespasmo y empeora las crisis de asma. Muchas veces presentan apnea del sueño.

Durante la infancia, el exceso de peso constituye una sobrecarga para el aparato locomotor, siendo frecuente encontrar en los niños obesos algunos trastornos ortopédicos, como el genu valgum y pie plano, escoliosis, entre otros, que pueden limitar su desempeño motor.

Por otro lado, en la población infantil una cuarta parte de los niños con sobrepeso son obesos y susceptibles de contraer diabetes mellitus tipo 2, enfermedades cardíacas y otras afecciones crónicas antes de llegar a la edad adulta. Algunos tienen también mayor riesgo de osteoporosis, determinados cánceres, así como enfermedades de hígado graso y litiasis vesicular, entre otras.

Diferentes estudios indican que los jóvenes obesos con diabetes mellitus tipo 2 suelen desarrollar complicaciones tales como ceguera, enfermedad cardiaca, renal y pérdida de los miembros.

Varios estudios denuncian la relación entre la ganancia de peso y el incremento de riesgo cardiovascular en niños y adolescentes obesos. En la figura 7.33 se muestra la asociación del incremento de peso con el aumento de los triglicéridos y la fracción LDL colesterol, mientras las HDL se mantienen por debajo. Los valores más altos de la ponderosidad (mediante el índice de masa corporal) reflejan un mayor riesgo de dislipidemia.

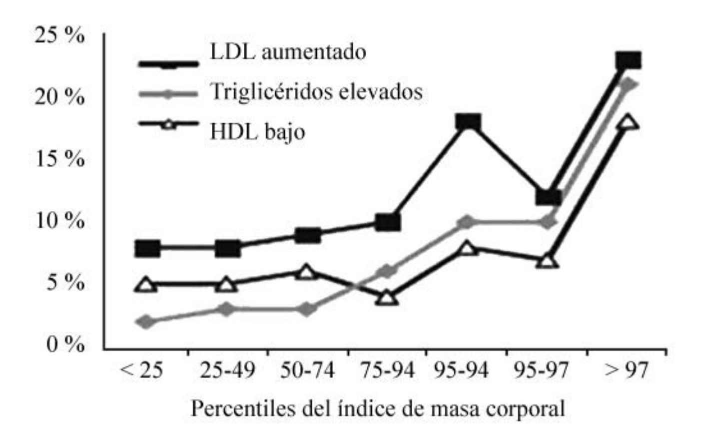


Fig. 7.33. Asociación de las dislipidemias y el incremento de peso.
Fuente: Fredman et al. (2002).

La hipertensión es otro de los riesgos que se incrementan en los niños obesos, a medida que el exceso ponderal se eleva. En la figura 7.34 se muestra el aumento de las tensiones diastólica y sistólica, con el acrecentamiento del índice de masa corporal en niños entre 5 y 10 años.

Se ha indicado que del 30 al 56 % de los niños y adolescentes obesos, respectivamente, pueden ser hipertensos; el riesgo continúa en la adultez.

Finalmente, también se ha comprobado que a medida que el sobrepeso es mayor, el número de riesgos por diferentes causas se eleva; en la población general entre 5 y 10 años se ha sugerido que el 60 % de los obesos tiene, al menos, uno de los factores de riesgo cardiovascular, tales como un elevado colesterol total, triglicéridos, insulina o tensión sanguínea, y el 25 % de estos niños tiene 2 de los factores antes mencionados.

La obesidad supone además grandes gastos: entre el 2 y 8 % del presupuesto total de los sistemas de salud de países europeos.

El porcentaje de niños norteamericanos hospitalizados por alguna enfermedad relacionada con la obesidad ha aumentado súbitamente en los últimos 20 años, entre ellas la diabetes, enfermedades de la vesícula biliar y apnea del sueño.

Se ha divulgado que en 2001 el costo de la atención médica hospitalaria por enfermedades infantiles relacionadas con la obesidad aumentó de 35 millones de dólares a 127 millones anuales durante un período de 20 años. La situación futura indica que los costos por enfermedades y la atención médica son propensos a

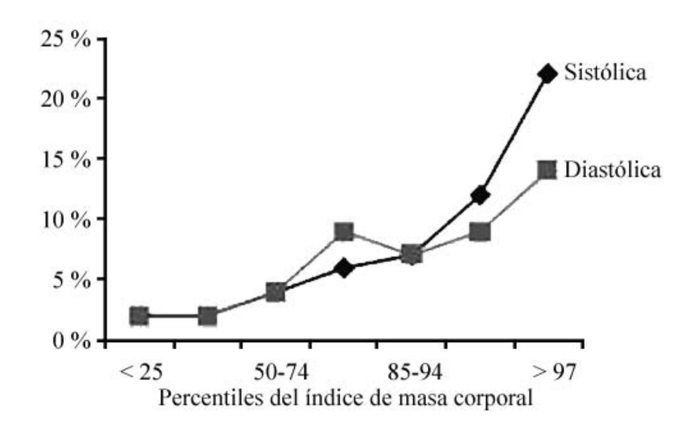


Fig. 7.34. Asociación de los niveles de tensión sanguínea y el índice de masa corporal en niños.
Fuente: Fredman et al. (2002).

aumentar, pues estos niños obesos se convertirán en adultos obesos. Se ha planteado que estos estilos de vida, cada vez más sedentarios, y esas dietas de poca calidad nutricional condicionan el precio que los niños pagan por detrimentar su salud.

Lo anterior indica la necesidad de promover estilos de vida más activos y dietas adecuadas para los niños; existen expertos internacionales que trabajan para confeccionar programas de intervención, dirigidos a detener la epidemia de la obesidad.

ADAPTABILIDAD: ADAPTACIÓN Y PLASTICIDAD

El ser humano posee determinadas vías biológicas y culturales para subsistir o adaptarse a las condiciones ambientales. El organismo es capaz de responder de manera holista a los estímulos del entorno, de ahí que numerosas poblaciones hayan podido adaptarse a los más diversos ambientes.

En el proceso de crecimiento se puede observar con claridad que la especie humana tiene una capacidad de "ajuste" a las circunstancias circundantes. La adaptabilidad ve al crecimiento como un medio de adaptación que tiene como consecuencia modificaciones ontogénicas que se expresan en el fenotipo.

La adaptación es un término, que como tal ha sido empleado ampliamente por múltiples especialistas; no hay un acuerdo total de su significado, debido a que los seres humanos se ajustan a su entorno a través de un complejo grupo de interacciones que se producen entre ellos y su ambiente físico, biológico y social.

Los mecanismos de adaptación a un estrés ambiental son diferentes para la población y el individuo. Los primeros pueden tener un origen genético, donde está involucrada la selección natural y repercute en los rasgos hereditarios y morfológicos de las poblaciones humanas; durante la evolución, algunas po-

blaciones con afinidades biológicas lograron mantenerse en su contexto ecológico, mediante la adaptación a las condiciones locales, pero otras se extinguieron.

El potencial genético de la especie contribuyó a la producción de la "variación", siendo ésta el agente adaptativo. La variabilidad biológica humana es producto de la adaptación en un sentido evolutivo, además de otros componentes, como las mutaciones, heterosis, etc.

A nivel individual operan cambios que permiten una adaptación de carácter funcional. En este sentido el organismo logra un ajuste beneficioso al ambiente. Esta adaptación involucra modificaciones en la función orgánica, a diferentes niveles (morfológico, bioquímico) y en la composición corporal, de manera independiente o integrada. Estos cambios ocurren a través de la habituación o aclimatización; a nivel del fenotipo constantemente se dan estos procesos de ajustes en el cuadro variable de las presiones medioambientales.

La adaptación implica que el organismo pueda presentar algunas soluciones eficientes y óptimas a las alteraciones de su entorno. Con ello se refiere a cualquier característica que contribuya a su supervivencia y reproducción, por lo que en un sentido holista es un ajuste entre el organismo y el entorno donde se vive.

Si los cambios son más profundos y llevan un reajuste o alteración del crecimiento, así como variaciones de patrones de funcionamiento y conducta como respuesta al medio, debido a la capacidad de los seres humanos para seguir una serie de procesos adaptativos adquiridos en el transcurso de la evolución, hay un incremento de la plasticidad fenotípica.

La plasticidad consiste en las modificaciones ontogenéticas que se estructuran en el proceso de crecimiento y desarrollo, mediante las cuales el organismo se adecua a circunstancias externas muy diversas; estos ajustes son irreversibles, pero no evitables.

Entre algunas de las respuestas adaptativas que se han podido observar a lo largo de la evolución humana, están las producidas por la altura, clima, enfermedades y nutrición. La magnitud de los cambios que originan estas respuestas ya se ha discutido en acápites anteriores de este mismo capítulo. No obstante, se puede ejemplificar la respuesta a los desequilibrios que acontecen en el organismo frente al estrés de deprivación nutricional.

Un organismo en crecimiento se está diferenciando y complejizando a través de la energía aportada por el medio, por lo que el sujeto tiende a estar en un equilibrio fisiológico, la homeostasis. En la desnutrición esa energía necesaria para los procesos vitales no se recibe adecuadamente; aquí ocurren procesos adaptativos para hallar un nuevo estado de equilibro u homeorresis, donde se manifiesta la plasticidad de los individuos para lograr la supervivencia, aunque con menor calidad de vida, y que en condiciones más drásticas de malnutrición el costo biológico puede ser mayor, incluso hasta la muerte.

Niños sometidos a un estado de inanición aguda pueden recuperarse, realizando un crecimiento compensatorio, si el episodio no es demasiado severo o crónico. En el caso de la desnutrición, el ritmo de crecimiento es lo primero y más afectado, por lo que se crece con lentitud; cuando este es un estado crónico

se conserva una morfología corporal aparentemente normal, en cuanto a la relación del peso al tamaño, y ocurre un ajuste homeorrético que terminará con una afectación de la talla final.

En la especie humana todos estos procesos de "ajustes" biológicos son mediados por la cultura. Las restricciones medioambientales incluyen recursos limitados y factores que producen estrés, tales como sequías, enfermedades, nutrición. La primera es estable durante largos períodos, pero las otras 2 varían rápidamente. Los sistemas culturales pueden entonces actuar, tanto para amortiguar como para recrudecer el impacto de las restricciones del ambiente; si este estrés no es reducido adecuadamente, por medio de los avances científico-técnicos o cambios en las conductas, los efectos de la agresión son aminorados únicamente por la resistencia biológica del organismo que lo está experimentando.

En todos estos casos intervienen, además, las condiciones socioeconómicas, la higiene, el acceso a los servicios de salud, que están estrechamente relacionados con los factores genéticos, morfológicos y fisiológicos, para emitir una respuesta adaptativa compleja del organismo humano al entorno.

TENDENCIA SECULAR

Dentro de los procesos microadaptativos que producen variaciones en las poblaciones se destaca el fenómeno de tendencia secular, conjuntamente con el de aceleración.

En el siglo XIX se verificó por primera vez la existencia de un cambio secular de la talla en hombres llamados al servicio militar, porque eran cada vez menor en número los individuos excluidos por no alcanzar el tamaño mínimo requerido, observándose también que los más altos habitaban en zonas de mejor nivel de vida. Por otra parte, durante más de los últimos 100 años se ha ido detectando una fuerte tendencia hacia un surgimiento más precoz de la adolescencia, tipificada en el tiempo del brote de crecimiento en uno y otro sexos, y en la edad de la menarquia de las niñas en muchas poblaciones.

La tendencia secular en un sentido amplio se enuncia a través de modificaciones somáticas y fisiológicas, resultantes de variaciones ambientales, dadas por el mejoramiento de las condiciones generales de vida, que permiten una máxima expresión del potencial genético. Hay muchos factores que pueden ser responsables de este fenómeno y se pueden detallar como:

- Recombinación del material genético, con un aumento de la heterosis por exogamia, debido al fenómeno de las migraciones.
- Fenómenos genéticos microevolutivos entre generaciones.
- Modificaciones sociales y económicas, entre ellas reducción del número de hijos, mejores niveles de acceso familiar, etc.
- Grado de urbanización, mejorías en la higiene, salud, industrialización.
- Factores nutricionales, modificaciones de las prácticas culturales.
- Transformaciones generales del estilo de vida.
- Práctica de actividad física.

Si bien muchas opiniones autorizadas consideran que, por su naturaleza, la tendencia secular se debe casi enteramente a variaciones ambientales, en otra hipótesis se propone que los cambios seculares obedecen, en gran medida, a la eliminación de factores que inhiben el crecimiento y no a la introducción de aquellos que lo estimulan.

Conjuntamente a este fenómeno se ha detallado el término de aceleración como la celeridad del ritmo de los procesos y funciones psicofisiológicas, condicionados por el medio social, mediante lo cual se hace evidente el logro de un nivel de crecimiento y desarrollo, siempre antes de los establecidos históricamente.

El concepto de tendencia secular es mucho más amplio que el de aceleración, al cual abarca. El primero alude fundamentalmente a las dimensiones que presenta la población adulta, mientras que el segundo se relaciona con el movimiento rápido con que crecen y se desarrollan hoy día los niños.

Algunos restringen el concepto de tendencia secular al aumento de las medidas corporales, principalmente talla y peso, aunque se ha visto también en dimensiones de cara y cabeza, diámetro de las coronas de los dientes y tamaño de la pelvis, entre otras. En los países del antiguo campo socialista se aplicaban estos dos términos a todas las manifestaciones del desarrollo humano: morfológicas, funcionales, psicológicas y sociales. No obstante, los estudios más divulgados en cuanto a la aceleración del desarrollo tienen que ver más con las dimensiones corporales.

El fenómeno de la aceleración del desarrollo no es particular de alguna ciencia determinada, sino que se aplica a numerosas disciplinas para explicar los problemas contemporáneos. Entre estas ciencias se pueden citar la Biología, Medicina, Higiene Escolar, Pedagogía y la Sociología. El científico alemán E. Koch fue quien introdujo el término desde mediado de los años 30 del siglo pasado para designar el incremento que tiene lugar en la velocidad de crecimiento y desarrollo en los niños.

Tomando en cuenta el significado del desarrollo, la aceleración puede considerarse en los planos biológico y social. En el primero abarca el avance morfológico y funcional a través de los indicadores antropométricos, capacidad vital, composición corporal, maduración, entre otros, y siempre va a estar acompañado de un desarrollo psíquico acelerado.

En el plano social, la aceleración se expresa por el aumento considerable del conocimiento que son capaces de asimilar los niños y adolescentes en nuestros días, en comparación con los de 40 o 50 años atrás.

En un sentido amplio, los cambios seculares se aceptan como positivos y negativos; los que derivan en un incremento del tamaño y/o celeridad de adquisición de procesos funcionales, como la precocidad de la menarquia, son ejemplos de cambios positivos.

Se ha documentado la posible relación de estas modificaciones con el proceso de industrialización a nivel mundial, que a largo plazo ha producido una mejoría generalizada en las condiciones de vida. Pero esta tendencia no es análoga ni permanente en los distintos países, detectándose una lentificación de los

procesos e incluso cambios seculares negativos en periodos de guerra y/o en situaciones en las cuales los contextos ambientales no son favorables.

En la mayor parte de la población mundial se han comprobado los cambios seculares positivos, debido a la prosperidad en las condiciones de vida, pero existen discrepancias de cómo va a continuar evolucionando esta tendencia.

Estudios basados en la estatura muestran un cierto enlentecimiento, que afecta primordialmente a las clases más privilegiadas; también se observa una parada en la anticipación de la edad de la menarquia. Estos trabajos parecen indicar que realmente se está alcanzando un límite en algunas poblaciones. Lo anterior implica que cuando los factores ambientales no inhiben el crecimiento, el potencial hereditario del niño puede estar completamente expresado.

El deterioro progresivo de las condiciones socioeconómicas puede llevar a la disminución de la tendencia secular y hasta una reversión. El efecto de un ambiente deprimido en comunidades de países en vías de desarrollo lleva a un retardo del crecimiento, indica un daño biológico y por consiguiente constituye uno de los problemas de salud pública de gran trascendencia, que se puede traducir en una tendencia negativa para esos grupos humanos.

Entre los factores particulares que inciden en una disminución de la talla final y otras dimensiones, así como en el retraso de la pubertad se señalan la pobreza y el excesivo número de hermanos, que obliga a un reparto de los alimentos y condiciones psicoafectivas, como expresión del déficit nutricional, ocurriendo también en los niños crónicamente enfermos o con infecciones de repetición, que han de derivar su energía a la curación, detrayéndola del crecimiento, el cual mengua en aras de la supervivencia.

Por otra parte, en períodos de crisis en sociedades industrializadas se han producido reversiones temporales de los cambios seculares del crecimiento y maduración; cuando estas condiciones mejoran, se produce un crecimiento compensatorio que estabiliza la tendencia que se venía produciendo antes de la agresión ambiental.

La importancia de los estudios sobre la tendencia secular, aparte del análisis del cambio somático-fisiológico en el seno de una agrupación de individuos, así como las diferencias encontradas entre diversas áreas del mundo, se dirige a establecer una posible predicción de cómo se van a modificar las poblaciones.

Como se ha señalado, la evolución secular no ha transcurrido por igual en los diferentes países, a pesar de que las generaciones actuales son más altas, más pesadas y maduran antes que las de siglos precedentes. El proceso ha sido observado en muchas regiones del mundo, ya sea en los países desarrollados como en aquellos en vías de desarrollo; pero en aquellas áreas donde se ha producido una tendencia secular marcada, los aumentos de talla y peso se han observado en todas las clases sociales.

Datos de estudios realizados en Europa indican que desde 1860 la talla ha aumentado 0,5 cm en cada década, mientras que la menarquia se adelantó 3,5 meses. Aunque no existen cifras anteriores a 1800, hay un apunte del año 1610 que indica que las jóvenes de aldeas de Austria tenían la primera menstruación

más tarde que las de la ciudad o de clases nobles, raramente antes de los 17 o 18 años, ocurriendo hasta los 20 años.

En Inglaterra, en 1820 la edad de la menarquia oscilaba entre los 14,5 y 15,7 años, según clases sociales. En Holanda, entre 1955 y 1965 la edad media se redujo de 13,6 a 13,4 años y en la parte occidental de Hungría, entre 1960 y 1965 descendió de 13,27 a 13,13 años. El análisis de los datos entre 1900 y 1975, en Europa y EE.UU. ha referido adelantos de cerca de 4 meses en cada período de 10 años.

La comparación de la edad de la primera menstruación en diferentes países, entre 1830 y 1960, indica que la aceleración del crecimiento tiene lugar con una menarquia que muestra un cambio secular positivo, similar en todas las series de datos (Fig. 7.35). La primera menstruación aparece más temprano, alrededor de 4 meses por década en los países del occidente de Europa, en el intervalo del estudio.

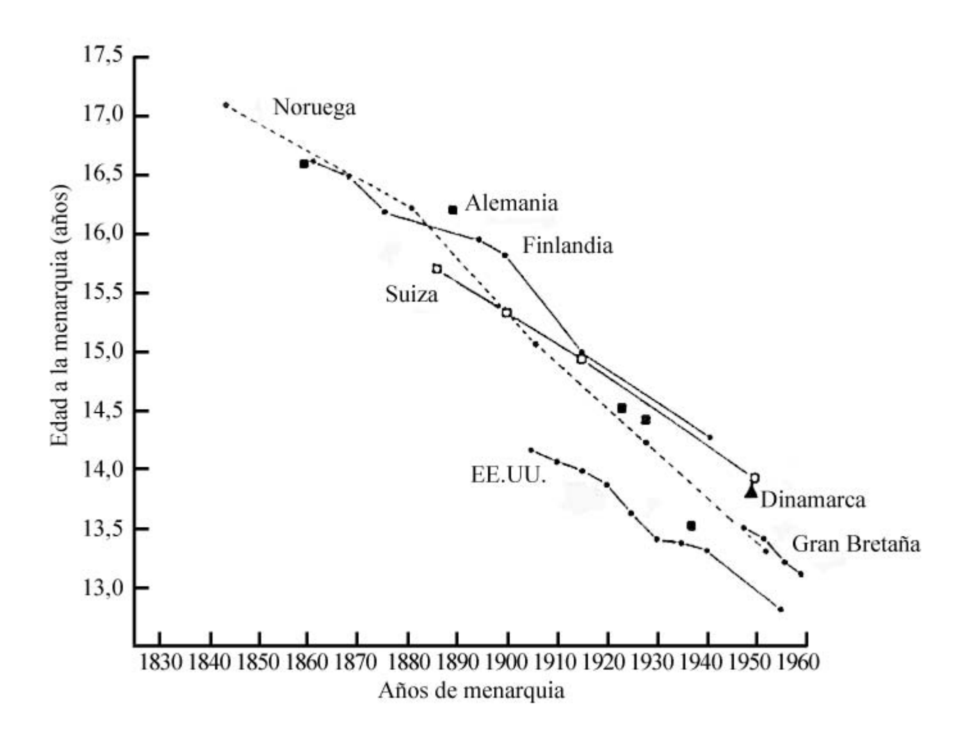


Fig. 7.35. Tendencia secular en la edad de la menarquia, 1830-1960 en diferentes países. Fuente: Tanner (1962).

Las mejores cifras para la edad de la menarquia en Europa están representadas en Gran Bretaña, en la segunda mitad del siglo XX, cuyo valor se obtiene a través de distintos grupos de la clase media. Hacia la primera mitad del siglo XIX, valores reportados en Noruega se ubican sobre los 17 años y van descendiendo con una gran pendiente hasta el presente; la misma tendencia se produce

en Alemania, Suiza y Finlandia. A partir del 1900 se muestran edades de menarquia en niñas americanas mucho más tempranas que en las europeas, que continúan descendiendo hasta la segunda mitad del siglo. Todo esto es un exponente del progreso social y las mejoras ambientales de las poblaciones.

En 1993 se reportó que en Europa los varones terminan de crecer hacia los 18 y 19 años, mientras las hembras concluyen hacia los 16 y 17; hace unos 50 años el crecimiento se prolongaba más allá de los 20 años.

Consecuentemente con lo anterior, la literatura señala el incremento de la estatura durante el período, tanto en varones como en hembras, lo cual indica la presencia de una aceleración del brote de crecimiento de la adolescencia. En términos de velocidad, los picos máximos de la estatura y el peso van ocurriendo cada vez más precozmente con respecto a las generaciones precedentes.

Datos reportados para la estatura alcanzada entre los 5 y 20 años de edad, en varones de distintas clases sociales de Inglaterra, entre 1833 y 1954, indican que los efectos de la tendencia sobrepasan cualquier tipo de estas diferencias, manifestando el incremento en tamaño corporal. En las hembras, un reporte que compara la estatura entre los años 1883 y 1947, corrobora el fenómeno (Fig. 7.36).



Fig. 7.36. Tendencia secular de la estatura en niñas inglesas (1883-1947). Fuente: Tanner (1962).

En 64 años, el incremento de la talla es alrededor de 10 cm a los 5 años y algo menos a los 13, destacando los cambios generacionales resultantes de un ambiente más favorable.

Al comparar varias poblaciones, se destaca que entre 1880 y 1950 el incremento en la estatura de niños ingleses, escandinavos, alemanes y norteamericanos fue de alrededor de 1 cm, y en el peso, de 0,5 kg, en las edades de 5 a 7 años. Estos incrementos aumentaron alrededor de 2,5 cm y 7 kg por décadas durante la adolescencia, concluyendo con 1cm/década en la adultez.

Entre 1900 y 1975 se refieren incrementos de 1 a 2 cm en la estatura, en los niños europeos y americanos entre 5 a 7 años; en el grupo de 10 a 14 años fue de 2 a 3 cm por decenio. La tendencia ascendente ha sido menor en la talla adulta, pero se considera que desde 1880 hasta 1960 ha habido un incremento, a razón de 0,6 cm por decenio. Este mismo incremento se refiere para Australia y Bélgica.

En Suecia y Noruega los cambios seculares rápidos, en los grupos socioeconómicos más bajos, han llevado a la desaparición de los gradientes sociales y urbano-rurales, tendiendo al ideal de una sociedad sin clase.

Entre clases sociales las diferencias pueden ir desde 0 hasta 12 cm, en diferentes países. Entre estratos urbanos y rurales, también se encuentran diferencias que expresan los efectos de la tendencia secular entre generaciones.

Otro ejemplo de las mejoras que proporciona el ambiente y manifiesta el efecto de tendencia secular, es lo acontecido en los japoneses. Hacia 1903 la talla media reportada en niños de 6 años era de 106 cm y a los 18 años, de 160 cm. Después de la segunda mitad del siglo XX, en 1953, posterior a la depresión de la segunda guerra mundial, la talla aumentó a 109,5 cm y 162,6 cm, a los 6 y 18 años, respectivamente.

Los japonenses que emigraron a California hacia 1956, crecieron aun más en comparación con sus familiares no desplazados, alcanzando a los 6 años el valor de 112,5 cm y obtuvieron un crecimiento de 7 cm más a los 18 años (169,2); esto constituye un exponente del cambio favorable del entorno de vida general, con modificaciones en la dieta y otras condicionantes ambientales, que los llevaron a una tendencia secular positiva entre las generaciones de la primera a la segunda mitad del siglo pasado y a una aceleración posterior del crecimiento.

En América Latina se pueden comentar datos reportados en varios países. En Venezuela la primera información de cambios seculares de los niños se obtuvo entre 1948 y 1976, en estratos altos; posteriormente se escribieron varios artículos. En los estudios del área de Carabobo se detectó una reducción de la edad de aparición de la primera menstruación; esta tendencia fue mayor en los estratos más altos. La edad ósea también indicó un nivel de maduración más temprana.

En la estatura se obtuvo un mayor valor del incremento entre estratos sociales extremos. El comienzo de los cambios seculares en Venezuela coincide con el inicio de la industrialización del país, que produjo mejoras en las condiciones socioeconómicas. Como en muchas áreas del mundo, la tendencia ha sido apreciablemente más evidente en los varones y más acentuada en el peso que en la talla y está en pleno decursar, a pesar de la crisis.

En Argentina, en particular desde 1938 hasta 1986, en los adolescentes de la ciudad de Buenos Aires se observó una tendencia secular al aumento de la talla de 1,7 y 1,2 cm por decenio, en varones y hembras respectivamente. Desde 1950 se han evidenciado aumentos de talla, similares a estos en la provincia de Entre Ríos. Se describieron también incrementos seculares de peso y talla en niños de 6 a 12 años residentes en la Capital Federal y en la ciudad de La Plata. Estudios realizados en la ciudad de Córdoba, entre 1978 y 1988, indicaron que las condiciones no han mejorado de forma que se refleje en un aumento significativo de la talla de las mujeres adultas.

En Chile se ha observado una tendencia a mejorar la estatura promedio de su población en más o menos 1,5 cm cada 10 años, lo que representa entre un tercio a la mitad del incremento secular de la talla de poblaciones de países desarrollados, que han llegado a un bienestar socioeconómico óptimo. En escolares de educación básica el retraso en estatura ha disminuido de 33 a 20 % entre los años 1989 y 1994. El cambio secular hacia una mayor estatura, observado en ellos, sugiere una mejoría en la calidad del ambiente. Sin embargo, el crecimiento no se ha estabilizado y los niños en edades mayores (10 y 12 años) son el grupo con mayor retraso. En los prescolares que asistían a jardines infantiles públicos, el retraso de la talla disminuyó de 37 a 17 %, entre los años 1986 y 1994.

En Cuba se comprobó la existencia de una tendencia secular positiva después del triunfo revolucionario. Los reportes más antiguos de datos de crecimiento con valor histórico datan de 1919, en niños de 6 a 14 años, y luego los publicados en 1967, entre 6 y 20 años, así como los efectuados en la población preescolar (1 a 5 años) en 1968.

Entre los estudios que ya demuestran plenamente la aceleración secular se encuentra la primera Investigación Nacional sobre Crecimiento y Desarrollo de la Población, que reveló un incremento de 5 cm en alrededor de 50 años, lo que representó 1 cm/década. Referencias posteriores demostraron que los niños cubanos nacidos entre 1962 y 1972 presentaron un desarrollo físico muy cercano al de los países desarrollados, con mayor estatura y peso que las generaciones anteriores.

En la segunda investigación de crecimiento y desarrollo, en 1982, se demostró también que los niños y las niñas exhibían mayor estatura y peso al final del crecimiento, que el pasado decenio. Por otra parte, al comparar mediciones de la talla, registradas entre 1919 y 1998 en la Ciudad de La Habana, para niños entre 7 y 13 años, se observó un aumento de 8,8 cm en el total del período.

Estudios realizados entre 1945 y 1982, en poblaciones peruanas que viven a diferentes altitudes, como Lima (150 m), Arequipa (2 363 m), Huancayo (3 249 m) y Puno (3 872 m) demuestran un aumento generacional en tamaño. Para los grupos de edades entre los 14 y 16 años, la estatura se incrementó en 0,33 cm/año, debido a la incidencia de los factores ambientales y la mezcla genética.

En otras poblaciones peruanas con altitudes por encima de los 4 000 m no se reporta un incremento secular en la estatura en ese período; a pesar de haber ocurrido mejoras, estas parecen haber sido insuficientes para producir la aceleración del crecimiento y es posible que la situación de extrema hipoxia crónica pueda influir en la ausencia de incremento secular.

La tendencia secular negativa se ha podido identificar efectivamente en grupos poblacionales de la India, África y Nueva Guinea, por un ambiente deprimido, donde imperan la desnutrición, la falta de acceso a los servicios de salud y al bajo ingreso monetario, entre otras causas, que han afectado perpetuadamente a estos individuos.

Como se ha podido constatar, el proceso de tendencia secular puede considerarse como un indicador del desarrollo económico, social y cultural de un país, así como de la eficacia de las medidas que tienden al establecimiento de condiciones óptimas para el crecimiento y desarrollo del niño.

Pero al respecto, opiniones especializadas han planteado varias interrogantes: ¿el avance de esa pubertad que representa un adelanto de la adultez, en sentido general es bueno para el individuo?, ¿pudiera repercutir en un envejecimiento precoz?, ¿los individuos con pubertad tardía serían más "jóvenes" en la madurez? Estas incógnitas no parecen tener aún respuestas.

CAPÍTULO 8

ALTERACIONES DEL CRECIMIENTO

Cuando no hay una respuesta adecuada del genoma del individuo en crecimiento a las acciones del medio, este complejo proceso se trastorna. Los estados de desequilibrios en la regulación neuroendocrina pueden manifestarse a través de una aceleración o retraso de los procesos de crecimiento y desarrollo; las alteraciones pueden tener lugar también en un período de riesgo nutricional. Influencias negativas, acontecidas en el período crítico del crecimiento, pueden ocasionar, por su parte, una desorganización de este proceso.

ALTERACIONES DEL PROCESO DE CRECIMIENTO

Los problemas del crecimiento pueden clasificarse didácticamente siguiendo 2 criterios:

- Según el momento de aparición:
  - · Prenatales.
  - · Posnatales.
- Según el sentido de la desviación de la alteración:
  - · Déficit de crecimiento.
  - · Exceso de crecimiento.

ETAPAS DIAGNÓSTICAS FRENTE A UNA PROBABLE ALTERACIÓN DEL CRECIMIENTO

CONFIRMACIÓN DEL PROBLEMA DE CRECIMIENTO

¿Tiene el niño un trastorno de crecimiento? La respuesta se obtiene mediante la medición del niño y la comparación de los datos con la referencia.

Los problemas del crecimiento se manifiestan como:

- *Déficit o exceso de tamaño*. La medición es menor o excede los límites normales del peso o la estatura.
- *Crecimiento anormalmente lento o rápido*. Se observa a través del análisis del sentido de la curva de crecimiento, que se obtiene a partir de 2 o más mediciones y cuya pendiente no es paralela a las curvas normales de referencia. El estudio de la historia de la curva individual de crecimiento del niño informará si se trata de un trastorno de crecimiento previo (normal o anormal) y a la edad en que comenzó a alterarse.

Hay 2 tipos de niños con déficit de crecimiento posnatal:

- *Con crecimiento normal*. La curva de crecimiento individual es paralela a la del estándar graficado. El niño crece bien y la causa de su escaso tamaño tiene su origen en una etapa anterior o por causas genéticas.
- *Con crecimiento lento*. La curva de crecimiento individual se aleja de los del estándar graficado. Debe pensarse que el niño tiene un problema de salud en ese momento, como infecciones, un escaso aporte alimentario o algún otro trastorno socioambiental.

ALTERACIONES MÁS FRECUENTES DEL CRECIMIENTO

DE COMIENZO PRENATAL

Déficit de crecimiento prenatal. El déficit de crecimiento prenatal recibe también el nombre de retardo del crecimiento intrauterino (RCI). El diagnóstico se hace comparando el peso del nacimiento con una tabla adecuada a la edad gestacional correspondiente. Clásicamente se describen 2 tipos de RCI:

- Armónicos. Presentan reducción de todas sus medidas (peso, talla, perímetro cefálico). Son de aspecto menudo, no parecen desnutridos y responden, en general, a causas que actúan en los primeros períodos de la gestación (cromosomopatía, rubéola, etc.).
- Disarmónicos. En estos solo disminuye el peso, siendo su perímetro cefálico y su talla normales o afectados en menor grado que el peso. En general, estos niños tienen un aspecto emaciado y se asocian a otras alteraciones que hacen su aparición en el período final de la gestación, por ejemplo, hipertensión inducida por el embarazo.

Estas diferencias se explican por las distintas velocidades de crecimiento de los tejidos. Durante las fases de mayor velocidad los tejidos son más sensibles al daño, como en los períodos críticos, discutidos ya en un capítulo precedente.

El tejido adiposo tiene su gran incremento entre las 34 semanas y los 12 meses posnatales. Si hay un daño precoz y se prolonga durante toda la gestación, deteriorará el crecimiento en forma global (talla, peso y perímetro cefálico), originando un retardo armónico. Si el daño es más tardío y breve, el crecimiento se deteriora más y compromete el peso.

Esta diferencia tiene importancia en las posibilidades de recuperación de la vida posnatal, por ello, algunos niños con RCI pueden recobrar el déficit de peso que presentaron al nacer durante los meses subsiguientes; tendrán una curva de peso ascendente hasta recuperar el tiempo perdido y ubicarse dentro del área normal, por el llamado crecimiento compensatorio o *catch-up* completo (se ilustra en la figura 3.16, del capítulo 3); se trata de un retardo de corta duración.

Otros niños quedarán afectados para toda su vida; su curva de peso tendrá una velocidad constante y paralela, por debajo del límite inferior de la normalidad, con ausencia total de recuperación; es un *catch-up* incompleto porque su déficit

de crecimiento intraútero es de larga duración y dejará como secuela en la vida posnatal el déficit de peso y talla, que no alcanzará el potencial genético. Entre ambos extremos hay formas intermedias.

Los recién nacidos disarmónicos reflejan una alteración prenatal más corta y reciente, por lo que tienen mayor probabilidad de presentar un crecimiento compensatorio posnatal.

Los recién nacidos armónicos reflejan daños prenatales más precoces y de más larga duración.

Los niños con RCI tienen más riesgo de presentar, durante las edades preescolar y escolar, mayores trastornos neurológicos: de motricidad fina, perturbaciones sensoriales, alteraciones del aprendizaje, entre otras.

Las carencias nutricionales maternas, enfermedades maternas crónicas: hipertensión, tuberculosis, insuficiencia renal o cardiaca, paludismo, infecciones crónicas, radiaciones ionizantes, administración de drogas anticancerosas y psicotrópicas afectan el crecimiento intrauterino.

Exceso de crecimiento prenatal

Existen 2 grandes grupos de causas:

1. Hijos de madres diabéticas.
2. Síndromes malformativos congénitos poco frecuentes.

Los hijos de madres diabéticas presentan un exceso de crecimiento fetal, debido a una gran cantidad de insulina que el feto segrega frente a un elevado aporte de glucosa materna que atraviesa la placenta y eleva la glucosa fetal. El exceso de insulina fetal estimula el crecimiento del feto. El recién nacido tiene peso y estatura elevados, con abundante grasa subcutánea; el peso al nacer está por encima del normal para su edad gestacional; en niños a término puede ser alrededor de 4 kg. La morbilidad es mayor en este grupo con respecto a los recién nacidos normales y también el riesgo de malformaciones congénitas. Estos recién nacidos presentan una serie de complicaciones (ictericia, alteraciones metabólicas, etc.). A medida que transcurre el tiempo desde el nacimiento, el crecimiento posnatal tiende a normalizarse (el niño tiende a tomar los canales normales de la curva de crecimiento).

Otras causas del exceso de crecimiento prenatal están relacionadas con malformaciones congénitas poco frecuentes y detectables clínicamente.

De comienzo posnatal

Déficit de crecimiento posnatal. La gran mayoría de los problemas de salud del niño es causa posnatal del retardo de crecimiento del peso; si la causa persiste, se retrasa luego la estatura.

Desnutrición. Es la causa más frecuente del retardo del crecimiento. Para su diagnóstico debe haber un marco referencial:

Según su etiología

- *Desnutrición primaria.* Síndrome de déficit nutricional por falta de alimentos. Se relaciona con la escasez de recursos económicos, falta de distribución intrafamiliar de los alimentos, asociadas a la calidad de vida de las comunidades (marginación social, vivienda precaria, hacinamiento, malas condiciones de higiene, falta de educación, mayor morbilidad, escasos accesos a los servicios de salud, elevado número de hijos, fracaso escolar), las cuales contribuyen a perpetuar la pobreza.
- *Desnutrición secundaria.* Debida a enfermedades que alteran el estado nutricional.

Ambos tipos pueden coexistir. Un niño con desnutrición primaria por falta de aporte puede agravarse al contraer alguna infección, diarrea crónica, parasitosis intestinal, etc.

Según el grado de déficit

A mayor deterioro del estado nutricional, mayor es la deficiencia ponderal en relación con la referencia para la edad y es superior el riesgo de contraer enfermedades.

Según la composición corporal

Pueden distinguirse:

- *Emaciación.* Son niños que tienen un déficit de peso significativamente mayor que el de la talla. Presentan una reducción de la masa magra, pero el déficit de la grasa es muy notable y de mayor magnitud. Pueden haber sufrido una desnutrición crónica, pero tienen, además, desnutrición reciente o actual y presentan retraso en el crecimiento. La rehabilitación nutricional provoca en ellos un rápido aumento del peso en pocas semanas. Estos niños tienen un alto riesgo de enfermar o morir, por lo que pertenecen a un grupo prioritario para la intervención nutricional.
- *Acortamiento.* Tienen un déficit de peso para la edad y un déficit equivalente de talla, que se reflejan en los gráficos o tablas de referencia. La relación peso/talla es normal. Este tipo de desnutrición no se asocia a una mayor morbilidad, ni riesgo de infección o muerte inminente, pero puede haber niños con acortamiento que se les agregue un cuadro de emaciación.

El empleo comparativo de los índices antropométricos simples (peso/edad, talla/edad y peso/talla) permite realizar un diagnóstico aproximado del estado nutricional actual y el tiempo de evolución de la alteración detectada.

Según el tipo de carencia (global o específica)

Las deficiencias nutricionales severas pueden tener un carácter global o afectar en forma específica a un solo nutriente:

- *Marasmo.* Debido a un déficit global de alimentos. Hay una carencia de energía (calorías) y proteínas, además del resto de los nutrientes. Afecta a todas las edades, pero particularmente al menor de 1 año y es frecuente en el tipo de desnutrición urbana.
- *Kwashiorkor.* Se debe fundamentalmente a un déficit de proteínas. Se observa generalmente después del primer año de vida.

Según el tiempo de evolución

En la infancia, toda enfermedad repercute en cierto grado sobre el estado nutricional del niño y, por tanto, sobre su crecimiento. Este deterioro tiene un carácter transitorio y de poca trascendencia, si el estado de salud previo del niño, así como las condiciones socioambientales, durante y luego de su padecimiento, permiten una respuesta positiva en términos de crecimiento compensatorio; no ocurre lo mismo en aquellos niños sometidos a daños mayores del medioambiente.

La desnutrición crónica compromete en mayor medida el proceso de crecimiento y le resta al organismo posibilidades de compensación del déficit. Las secuelas afectan el crecimiento y el desarrollo psicomotor. Los niños con desnutrición crónica en los primeros años de la vida, tienen dificultades en el aprendizaje durante la etapa escolar.

Según la etapa de la vida o el momento de aparición

Se puede clasificar en:

- *Desnutrición prenatal.* Es la que aparece antes del nacimiento, como consecuencia del poco aporte de nutrientes para el crecimiento fetal.
- *Desnutrición posnatal.* Es la más frecuente y está relacionada con el momento de abandonar la lactancia natural.

Según el medio en que vive el niño

Se pueden señalar varios tipos de desnutrición:

- *Desnutrición rural.* Frecuente en comunidades tradicionales, que viven en condiciones de extrema pobreza, alejadas de los centros de desarrollo social. Afecta con mayor frecuencia a los niños mayores de 1 año, porque antes de esa edad la práctica de la lactancia natural garantiza el crecimiento normal.
- *Desnutrición urbana.* Comunidades que se asientan en regiones marginales de las grandes ciudades y cinturones industriales en forma de conglomerados habitacionales precarios. Frecuentemente son producto de las migraciones. Estos grupos están sometidos a fenómenos de la transculturación. La desnutrición afecta sobre todo a los menores de 1 año, porque se suspende tempranamente la lactancia natural.

Según el grado de expresión

- *Desnutrición*. La desnutrición como enfermedad carece de una sintomatología clara en sus estadios iniciales, por lo que resulta "invisible" a la población el deterioro del estado de salud de grandes grupos de niños afectados por carencias nutricionales. Esta "desnutrición invisible" está condicionada por varios factores en muchas partes del mundo: nivel de los padres (educación e información del grado de salud alcanzado por los hijos); patrón de referencia dado por otros niños que están en las mismas condiciones de deterioro; nivel del equipo de salud (desconocimiento de la situación nutricional de la comunidad, etc.); a nivel de las autoridades de salud, ausencia de interés por reconocer y demostrar la existencia de problemas nutricionales en una determinada región.

  Mucho antes de que el niño presente manifestaciones clínicas evidentes de desnutrición, aparecen determinados cambios:
  - *Retardo del crecimiento.* Este es el primer signo objetivo de desnutrición, obtenido a través de la curva de crecimiento.
  - *Cambios en la conducta.* Al carecer de estímulo nutricional, el niño debe reorientar la utilización de los escasos alimentos que recibe en el mantenimiento de su organismo. Deja de realizar ciertas actividades: falta de sonrisa, llanto débil, disminución de la actividad física, mirada sin expresividad, falta de interés en el juego. Esto condiciona una ausencia de conexión y comunicación con el medio.
- *Diarreas.* Tanto las diarreas agudas de causas infecciosas como las prolongadas afectan el crecimiento, por deterioro del estado nutricional.
  - *Diarrea aguda*. Pueden estar provocadas por agentes bacterianos (E. *coli, Salmonella, Shigella*) o por agentes virales (rotavirus, vibrio cólera, etc.).
  - *Diarrea crónica.* Es la diarrea prolongada o recurrente, que se observa en niños desnutridos de medios socioeconómicos desfavorables, en quienes los tratamientos estándares de la diarrea aguda han fracasado. Esto se debe a la instalación de un círculo vicioso de desnutrición - diarrea - malabsorción - diarrea - desnutrición, que puede dar lugar a un agravamiento que finalice con la muerte, cuando los cuadros diarreicos se repiten en intervalos breves y no permiten el crecimiento compensatorio. En cambio, si el estado agudo se supera, la ganancia de peso posibilita un crecimiento que alcanza límites de varias veces lo esperado, logrando el niño un buen estado nutricional.
- *Enteroparasitosis.* Las parasitosis comprometen el estado nutricional y el crecimiento del individuo por varios mecanismos:
  - Compitiendo con el individuo parasitado por sus propios nutrientes (*Ascaris lumbricoides*).
  - Expoliando los reservorios hemáticos a través de la pérdida crónica de sangre por vía intestinal.

Las condiciones higiénicas deficientes, falta de suministro de agua potable y convivencia familiar con numerosos animales, son condiciones que facilitan el desarrollo de la enfermedad.

Una vez que cesa la enfermedad ocurre un crecimiento compensatorio y el estado nutricional se mejora.

- *Infecciones respiratorias.* Las infecciones respiratorias agudas pueden estancar o aun reducir el peso de un niño, pero duran poco tiempo como para que se produzca una afectación de la talla. Hay una buena respuesta en el crecimiento compensatorio del peso.

  Si las infecciones respiratorias tienen un carácter recurrente o se asientan en niños desnutridos, puede haber una afectación del crecimiento en peso y talla.

  Las infecciones respiratorias de la infancia son, en su mayoría de causa viral, pero en algunos casos, además de afectar severamente al niño, pueden dejar secuelas pulmonares, que no solo afectan el crecimiento, sino la calidad de vida posterior.

  Entre los factores que aumentan la incidencia de las infecciones respiratorias del niño se puede señalar el hacinamiento, contacto con personas que tengan sintomatología respiratoria, humo de cigarrillo.

- *Deprivación psicosocial.* La privación psicosocial es una causa frecuente del retardo del crecimiento.

  Desde los primeros momentos de la vida el niño se comunica con el ambiente, que debe ofrecerle todos los estímulos necesarios para un desarrollo adecuado, a través de la madre o sustituta.

  La ausencia de esa figura mediadora provoca el síndrome de deprivación materna, caracterizado por una "detención" del crecimiento y desarrollo del niño. Esto se observa en niños que permanecen largo tiempo hospitalizados o los que viven en los primeros años de la vida en orfanatos, donde el personal a cargo está en constante cambio.

  El diagnóstico del síndrome de privación psicosocial es muy difícil de confirmar en los niños que viven con sus padres o tutores y que "dejan de crecer". El aporte calórico que reciben puede ser adecuado, pero el peso está estacionario o desciende y la estatura no "progresa".

  El desarrollo psicomotor muchas veces está seriamente comprometido. Se han observado signos sutiles de negligencia materna, como deformaciones en la cabeza del niño por estar siempre en la misma posición, con alopecia por decúbito, dermatitis, expresiones de desinterés de la madre por su hijo. Muchas madres de niños con deprivación materna, han sufrido de carencias afectivas en su propia infancia.

  También se presentan alteraciones en el crecimiento en niños que reciben abuso físico (quemaduras, lesiones por golpes, fracturas o hemorragias), ejercido por los mayores. El síndrome del niño golpeado es una variación del síndrome de deprivación.

- *Otras enfermedades*. Hay muchos problemas de la salud del niño que se relacionan con el retardo del crecimiento posnatal, entre ellos:
  - Enfermedad neurológica crónica.
  - Enfermedad cardiaca, renal, hepática crónica.
  - Déficit de hormona de crecimiento.
  - Tuberculosis, infecciones crónicas, infección urinaria.
  - Cáncer en todas sus formas.
  - Enfermedades genéticas y metabólicas.
  - Hipertiroidismo congénito.
  - SIDA: provoca graves alteraciones inmunológicas, desnutrición, retraso en el crecimiento y maduración.

EXCESO DE CRECIMIENTO POSNATAL

OBESIDAD

La obesidad identificada como primaria o secundaria lleva al incremento de peso y adiposidad durante el crecimiento posnatal. En la primaria, el incremento de la talla es normal o alto. La secundaria se debe a enfermedades hormonales o metabólicas y siempre va acompañada por un retardo del crecimiento de la talla. En la inmensa mayoría de los niños es más frecuente la causa primaria y se debe a un conjunto de factores, entre los que predominan los genéticos (padres obesos), medioambientales (exceso de oferta alimentaria, ansiedad materna, sobreprotección, actividad sedentaria, etc.) y culturales (valoración o indiferencia social de la obesidad).

PARTICULARIDADES DE LA BAJA TALLA DURANTE EL CRECIMIENTO

Se considera una baja talla cuando el niño se sitúa en los límites de riesgo para el déficit de esta dimensión. Si se habla de referencias internacionales obtenidas por puntajes "z", se refiere a -2DE y -3DE con respecto a la mediana de la distribución, o al percentil 3 (P3), siendo este último lo más utilizado para los patrones locales de crecimiento. También para perfilar el diagnóstico de baja talla se recomienda evaluar la velocidad de crecimiento anual, que es anormal por debajo de 4,5 cm/año (para edades de 3 a 10 años) y más concretamente considerar los valores por debajo del percentil 25 (P25) para la edad ósea. La evaluación de los niños en esta situación debe ser siempre referida a la talla familiar.

Para estudiar las causas del fenómeno de la baja talla es necesario sistematizarlas en varios grupos diferentes (Tabla 8.1).

Tabla 8.1. Causas más frecuentes de talla baja

Variantes normales de crecimiento	
	Retraso constitucional del crecimiento y de la pubertad (RCCP)
	Talla baja familiar o genética
Síndrome de malos tratos o carencia afectiva	
Enfermedades crónicas	
	Malnutrición
	Enfermedad celiaca
	Fibrosis quística
	Enfermedad crónica intestinal
	Enfermedades renales
	Diabetes mellitus
	Enfermedades hepáticas, etc.
Trastornos endocrinos	
	Tratamientos crónicos con cortisona (Cushing)
	Enfermedades del tiroides (hipotiroidismo)
	Pubertad precoz
	Defecto de síntesis o actividad de la hormona del crecimiento
	Disfunción neurosecretora de la hormona de crecimiento
	Defecto de síntesis o actividad de somatomedinas
	Defectos del receptor de la hormona de crecimiento y somatomedinas
Defectos familiares o congénitos	
	Retraso del crecimiento intrauterino
	Alteraciones de los cromosomas
	Displasias óseas (acondroplasia, etc.)

Fuente: Sandiumenge (2004).

VARIANTES NORMALES DE CRECIMIENTO

El patrón de crecimiento se sitúa en los límites inferiores del rango de variación normal; no se detecta una causa patológica o enfermedad aparente, ni otras anomalías corporales. Se manifiesta en 2 formas fundamentales:

1. Retraso constitucional del crecimiento y de la pubertad (RCCP). Puede que entre los familiares del niño exista el mismo trastorno. Los niños tienen un peso y una talla normales al nacimiento y entre los 6 a 12 meses se produce un notable enlentecimiento de la velocidad del crecimiento, ubicándose en los percentiles inferiores. Después de los 3 años su talla se estabiliza debajo del percentil 10 (P10), para avanzar con una velocidad de crecimiento entre límites normales y puede haber una desaceleración en la etapa anterior al brote puberal. Se refiere que la edad ósea se retrasa hasta dos años y medio. Las manifestaciones del inicio de la pubertad también se demoran y suelen aparecer entre los 14 y 18 años en los niños y entre los 13 y 16 años en las

niñas. El empujón de crecimiento y los cambios puberales no acontecerán hasta que se inicie la pubertad. La mayoría de estos niños alcanzan, finalmente, una talla normal.

2. Talla baja familiar o genética. La literatura indica que en esta condición se encuentran niños bajos que tienen padres y familiares ubicados alrededor del percentil 3 (P3) en estatura. Estos niños tienen un peso y una talla normales o ligeramente inferiores a la normalidad, al nacimiento; crecen con ritmo lento, aunque normal, y su talla se mantiene próxima o más baja que el percentil 3 (P3). Su edad ósea es coincidente con la cronológica. No se presenta retraso en la pubertad y la talla final es baja, pero corresponde a la familiar.

Hay diferencias y semejanzas en estas dos manifestaciones de la baja talla, que se pueden ilustrar para su mayor comprensión en la tabla 8.2.

Tabla 8.2. Principales diferencias entre la talla baja familiar y el retraso constitucional del crecimiento

Datos clínicos	Talla baja familiar	Retraso constitucional del crecimiento y pubertad
Historia familiar	Talla baja	Maduración lenta
Comienzo retraso crecimiento	Posnatal	Posnatal
Ritmo maduración	Normal	Lento
Edad ósea	Normal	Retrasada
Maduración sexual	Normal	Retrasada
Talla final	Baja	Normal

Fuente: Sandiumenge (2004).

Las otras manifestaciones de la baja talla constituyen un grupo heterogéneo y se presentan de manera escasa. En esos individuos el hipocrecimiento se torna secundario a determinado proceso patológico que, de no ser regulado, les imposibilitará lograr su talla meta (potencial familiar o genético de crecimiento). En estos casos el retraso del crecimiento se sigue de anomalías fenotípicas variables, que afectan a distintas estructuras orgánicas, así como de diferentes trastornos, entre ellos hormonales y los que se expresan en los estudios radiográficos.

En ocasiones el retraso del crecimiento es secundario a procesos que han dañado al feto durante la gestación y otras veces se asocia a anomalías cromosómicas, o a la alteración de algunos genes. En estos casos el trastorno se inicia precozmente, algunos en la vida intrauterina (período crítico); suelen crecer poco, pero los cambios morfológicos y radiológicos permiten su identificación.

Por otra parte, la alteración del patrón de crecimiento, secundario a enfermedades crónicas o malnutrición, dependerá de la edad del niño, de la duración y del tipo de proceso que lo ocasiona. Por lo general suele ser de intensidad moderada, sin anomalías sugestivas, y muestran ligero retraso de la edad ósea.

Existen individuos que presentan trastornos severos del crecimiento, ocasionados por alteraciones en las hormonas que intervienen en este proceso. Dentro de estas se encuentran defectos en la función de la glándula tiroides, anormalidades en las hormonas que participan en el desarrollo sexual (hipogonadismo) y alteraciones en el sistema de la hormona de crecimiento.

Los niños con defecto de síntesis o actividad de la hormona de crecimiento o de somatomedinas tienen una velocidad de crecimiento muy escasa, con deterioro progresivo de su talla, edad ósea muy retrasada (superior a dos años y medio), tendencia al aumento de la adiposidad y no alcanzarán tallas superiores a 130 cm. Las consecuencias de la deficiencia de la hormona del crecimiento comprenden una diversidad de desórdenes, que pueden ser congénitos o adquiridos. Entre los primeros tiene gran importancia el aspecto genético que abarca numerosos síndromes y malformaciones congénitas. Los problemas adquiridos pueden ser secundarios a enfermedades, secuelas de cirugía, entre otros, aunque también pueden presentarse por deficiencias transitorias.

La deprivación emocional que acontece en los niños maltratados es un trastorno transitorio que muestra también cierto déficit de hormona de crecimiento, que revierte cuando cesa el problema. El hipotiroidismo, Cushing (por administración crónica de cortisona) y la pubertad precoz poseen expresividad propia. En la pubertad precoz hay aceleración de la maduración ósea, que provoca un cese prematuro del crecimiento. Otros niños pueden ser desproporcionados o disarmónicos (displásicos), con alteraciones del esqueleto.

La diabetes tipo I mal controlada y los desórdenes por la acción deficiente de la hormona paratiroidea también son causantes de un hipocrecimiento, que traen como resultado un diagnóstico de baja talla.

Existen también alteraciones del crecimiento de origen esquelético, que son tributarias de una talla pequeña y desproporcionada; estas son las displasias óseas, presentes desde el nacimiento en un número importante de enfermedades, algunas de ellas letales, y en otros casos se manifiestan durante la infancia. Tienen una base genética, autosómica y a través de los cromosomas sexuales.

La acondroplasia es la displasia ósea más frecuente y conocida; la persona tiene una estatura pequeña desproporcionada, por unos miembros cortos respecto al tronco. En otras displasias puede manifestarse igualmente la corta estatura, con un hipocrecimiento del tronco con respecto a las extremidades, así como miembros pequeños con deformidades y muchas otras variantes.

Hipercrecimiento

La talla elevada es la expresión corporal del hipercrecimiento y se define como un nivel de estatura por encima de +2DE de la referencia y si sobrepasa la +3DE ya se está en presencia de un fenómeno de gigantismo.

A nivel popular la talla elevada tiene una aceptación social, como indicativa de una buena salud durante el crecimiento, pero en algunos casos extremos existe un trasfondo patológico, necesario de evaluar.

El hipercrecimiento puede identificarse como armónico y disarmónico; este último es desproporcionado en alguna parte del cuerpo. Es importante conocer las causas que lo originan: la mayoría de las veces es constitucional.

VARIANTES DE LA NORMALIDAD EN EL HIPERCRECIMIENTO

Alta talla familiar. El diagnóstico de la alta talla familiar exige conocer la estatura parental y, si es posible, su curva de velocidad de crecimiento de la infancia. Si los padres no son altos puede haber sospechas de alguna enfermedad. El crecimiento de estos niños se manifiesta con mayor intensidad durante los primeros 4 años de vida; en ellos no hay una maduración ósea acelerada y finalizan el período de crecimiento con una talla por encima de +2 DE con respecto a la media o mediana de la distribución de la referencia, en correspondencia con una estatura parental que debe ser también superior al promedio.

Maduración acelerada. En niños de estatura elevada hay una probabilidad mayor de encontrar pubertades precoces. Existe en ellos una velocidad de crecimiento superior a la media, una aceleración de la maduración ósea y desarrollo puberal. El crecimiento finaliza a una temprana edad y la estatura final estará luego dentro de los límites de la normalidad.

Obesidad. Los niños obesos pueden tener estaturas normales o también elevadas, como se indicó en un capítulo anterior. La maduración puede ser acelerada.

VARIANTES PATOLÓGICAS DEL HIPERCRECIMIENTO

Patología endocrina. En los hipercrecimientos de origen endocrino hay una aceleración de la velocidad de crecimiento, siendo esta superior a la normal y con la presencia de un adelanto en la maduración ósea.

Entre estos tipos se señala el hipertiroidismo, que muestra una aceleración del crecimiento discreta, con maduración ósea avanzada y un déficit de peso con respecto a la talla. La pubertad precoz es otro de los trastornos donde se manifiesta una aceleración del crecimiento en longitud y de la maduración esquelética.

La hipersecreción de la hormona del crecimiento provoca un crecimiento anormalmente desproporcionado. Cuando el exceso de esta hormona comienza en la adolescencia, se observa un agrandamiento de la mandíbula, las manos y los pies, unido al rápido crecimiento de la estatura, entre otras transformaciones. Esta anomalía se presenta en presencia de un tipo de adenoma hipofisiario.

Síndromes genéticos. Se reportan varios síndromes que se relacionan con un hipercrecimiento del tamaño y las partes del cuerpo. Uno de ellos es el de Beckwith-Wiedemann, cuyo fenotipo incluye un peso elevado al nacimiento, con gigantismo posnatal, dismorfia facial, entre otras alteraciones.

Otro es el llamado síndrome de Sotos o gigantismo cerebral, caracterizado por un peso elevado al nacimiento, crecimiento excesivo durante los primeros años de vida, edad ósea acelerada, dismorfia craneofacial, con macrodolicocefalia, frente amplia, mandíbula prominente, etc. El crecimiento de estos niños se mantiene por encima del percentil 97 (P97) durante los 3 a 4 primeros años de vida,

con una velocidad elevada, así como proporciones corporales anómalas, de brazos largos con respecto a la estatura. El retraso del desarrollo psicomotor es frecuente en la mayoría de los individuos.

El síndrome de Marfan también se identifica por la gran estatura y proporciones corporales anormales, con dedos largos, entre otras alteraciones. El síndrome de Klinefelter es una anomalía cromosómica que también provoca una elevada estatura, con piernas largas respecto al tronco, delgadez y variadas alteraciones en los genitales externos y ginecomastia, entre otras características.

Existen unos cuantos síndromes asociados a una elevada estatura, entre los que se incluyen polisomías asociadas al número de cromosomas Y, Marshall, Weaver, Elejaldre y toda una variedad de trastornos.

PROBLEMAS DE LA PUBERTAD RETRASADA Y LA PRECOZ

Existe toda una gama de factores ambientales que pueden influir en la evolución tardía o temprana del desarrollo sexual, como el factor socioeconómico, las adaptaciones climáticas, entre otras, que al final se asocian con una terminación aproximadamente normal del crecimiento. Ninguno de estos factores determina la presencia de una alteración patológica de la pubertad.

De todas formas, concurren amplias diferencias individuales en la aparición del conjunto de caracteres sexuales secundarios, que son estrictos para definir la pubertad precoz, y más amplios para conceptualizar la normalidad y también para determinar el retraso puberal.

A pesar de la frecuente variación en el inicio y la duración de la pubertad, es preciso establecer cuando hay algún retardo, si es pasajero o permanente, evaluando las consecuencias.

La pubertad retrasada consiste en un retardo en la cronología normal del desarrollo de los caracteres sexuales secundarios, como se ha manifestado en capítulos anteriores. Para valorar esta alteración, como muestra de trastorno, se incluye de un modo integral el desarrollo mamario, del pene, de los testículos y la pilosidad, así como el brote de crecimiento puberal y la relación de estos signos con la edad ósea.

El cambio de la producción hormonal del prepúber hasta la secreción puberal para alcanzar la función reproductora se inicia con la obtención en el hipotálamo del factor liberador de gonadotropinas, que lleva a la elevación progresiva de FSH y LH hiposifiarias y esteroides gonadales. Estos cambios hormonales dan lugar a la aparición de los caracteres sexuales. Cualquier disfunción en el eje hipotálamo-hipofisiario-gonadal puede provocar un trastorno puberal.

Existen posibles causas que impiden una maduración funcional normal, tornándola retrasada:

- Fallo a nivel hipotálamo-hipofisiario. Crea un déficit de maduración gonadal (ovario, testículo).
- Fallo de origen gonadal. Puede ser ovárico o testicular. Libera el retrocontrol negativo, con aumento en la secreción hipotálamo-hipofisiaria de FSH y LH.

- Simple retraso en la maduración del eje.
- Retraso madurativo por enfermedades crónicas.

En uno y otro sexos puede tener lugar un hipogonadismo hipergonadotrópico. En el sexo masculino puede haber causas congénitas como síndrome de Klinefelter, formas variables con ambigüedad sexual, síndrome de Noonan, bloqueo de la síntesis de testosteronas, entre otras. En las causas adquiridas se pueden señalar la castración, síndrome de los testículos rudimentarios, etc. En las hembras puede indicarse dentro de las causas congénitas al síndrome de Tunner, ambigüedad sexual, agenesia ovárica, etc., y por las adquiridas, además de algunas de las que se producen en el otro sexo, la ovaritis, infección crónica y deficiencia ovárica.

Existen, de igual forma, alteraciones que causan un hipogonadismo hipogonadotrópico que retrasan la pubertad. Estas pueden ser de origen hipotalámico, como insuficiencia gonadotrópica esporádica familiar, síndrome de Kallman, insuficiencia de LH, síndrome de Prader-Willi-Labhart y otras. Hay también disturbios hipofisiarios como tumores, panhipopitituarismo, etc.

Por otra parte, el retardo simple de la pubertad puede asociarse con antecedentes de maduración lenta familiar, incluidas entre las bajas tallas variantes de la normalidad y/o el retraso constitucional del crecimiento. Puede haber afectación en uno y otro sexos, aunque es motivo de mayor preocupación en los varones. El proceso afecta globalmente el tamaño y desarrollo puberal, con una edad ósea en correspondencia con ello. La velocidad de crecimiento durante la infancia alcanza los límites normal-bajo, con la aparición demorada del salto; la respuesta hormonal es diferente a las otras alteraciones descritas previamente.

Finalmente, se puede comentar que los retrasos puberales, secundarios a una enfermedad crónica, constituyen un amplio grupo causal, siendo frecuente en la anorexia nerviosa, fibrosis quística, cardiopatías y muchas otras entidades morbosas.

Los problemas con la pubertad precoz tienen otras características y se describen con la aparición de caracteres sexuales secundarios antes de los 8 años en las niñas y de los 10 años en los varones. Puede originarse por una activación prematura del eje hipotalámico-hipofisiario-gonadal, manifestándose como un adelanto puberal armónico. Esto se distingue de otras manifestaciones de la maduración temprana, producidas por diversos tumores o hiperplasia suprarrenal, que pueden crear una falsa pubertad.

Una de las particularidades del trastorno de la pubertad precoz es que la aparición de los caracteres sexuales secundarios no lleva un mismo orden en los acontecimientos; se señala además una aceleración precoz del crecimiento y maduración ósea, que no permite pronosticar certeramente la talla final, pero causa modificaciones corporales. Esta alteración puede ser parte de un trastorno de baja talla, cuando se produce el cese precoz del crecimiento, o contribuir a un desorden de talla elevada por la magnitud de la aceleración del crecimiento.

Lo anterior indica que un desorden neurohormonal, en un momento crítico o de riesgo, puede ocasionar un trastorno que retrase o adelante la pubertad, como una situación que se sale del marco de la variabilidad normal, produciendo formas corporales y funcionales que se corresponden con estados patológicos del crecimiento.

En este último capítulo se ha logrado apreciar que el crecimiento puede desorganizarse. Es posible que el niño crezca anormalmente y se afecten su talla final, proporciones corporales, habilidades motoras e intelectuales y nivel de maduración biológica, alcanzando un estado físico que se separa de la normalidad. Las fuerzas genéticas pueden desequilibrarse en su interacción con un contexto ambiental inadecuado y producirán un desarrollo anormal del individuo.

El éxito del crecimiento se basa en un proceso de organización de gran exactitud y regularidad, que facilita una coordinación armónica entre la estructura y las funciones orgánicas, para que el niño llegue a ser un adulto normal, con plenas capacidades dirigidas a lograr la supervivencia y perpetuidad de la especie.

BIBLIOGRAFÍA

Allen LH, Gillespie SR. Whats Works? A review of the efficacy and effectiveness of nutrition interventions. Nutrition Policy. Paper No. 19. UN Standing Committee on Nutrition, Geneva, in collaboration with the Asian Development Bank, Manila.

Argelo F. Full adult height of women in Cordoba, Argentina, and an exploration of secular trends 1978-1988. Rev Panam Salud Publica 1999; 5:17-22.

Arias JM. El estrés en las sociedades humanas. Una perspectiva de ecología humana. Centro de investigaciones y Estudios Avanzados del I.P.N. Yucatán. 2002; 148 pág.

Awandaya S, Florez C, Ardilla M. Relación entre la obesidad exógena en los niños y la velocidad de crecimiento. http://www.encolombia.com/medicina/pediatría/actualiza-pediat12202 relacion.html.

Bacallao J, Molina JR, Izquierdo R, Castillo MM. Multivariate allometry as a model of morphometric harmony of four skinfold in the newborn. Am J Hum Biol 1992; 4: 285-90.

Baer, Growth and Maturation. Cambridge: Doyle Publishing Company, 1973.

Balcarcel G, Castañeda F. Sobrepeso y obesidad. Apuntes 2004; 2(2).

Ballester R, Perdiguero E. Ciencia e ideología en los estudios sobre crecimiento humano en Francia y en España (1900-1950). Dynamis. Acta Hisp Med Sci Hist Illus 2003; 23:61-64.

Bar-Or O. The child and adolescent atthlete. The Encyclopedia of sport medicine. International Olympic Committee. Blackwell Science Ltd, Australia, 1996; 679 pág.

Baxter-Jones ADG, Thompson AM, Malina RM. Growth and maturation in elite young females athletes. Sport Med Arthroscopy Rew 2002; 10: 42-9.

Black R, Morris S, Bryce J. Were is and why are 10 million children dying every year. The Lancet 2003; 361: 2 226-34.

Bodzsár EB, Susanne C. Secular growth changes in Europe. Eótvos Univ Press. 1998; 381 pág.

Bodzsár ÉB, Zsakai A. Some aspects of secular changes in Hungary over the twentieth century. Collegium Antropologicum 2002; 26: 477-484.

Bogin, B. Patterns of Human Growth. New York: Cambridge University Press, 1993.

Bona G, Castellino N, Petri A. Secular trend of puberty. Minerva Pediatrics 2002; 54:533-537.

Bozzolic C, Deaton A. Adult height and childhood disease. Documentos de Trabajo (DEFEA). 2008; 25:1-45.

Bouchard C, Pérusse L, Leblanc C, Tremblay A, Thériault G. Inheritance of the amount and distribution of human body fat. Int J Obes 1988; 12: 205-15.

Bouchard C, Shephard RJ, Stevens T. Physical Activity, Fitness, and Health. International Proceedings and Consensus Statement. Human Kinetics Publishers. Champaign. 1996; pp: 119-145.

Bramswig JH. Estatura baja y estatura alta. Ann Nestlé 2007; 65(3):119-129.

Bueno M. Crecimiento y desarrollo humano y sus trastornos. Madrid: Ed. Ergon S.A. 1996; 272 pág.

Burrows AR, Ramirez MI, Cordero MJ. Cambio secular del retraso de talla en escolares chilenos de tres regiones del país. Rev Chil Pediatr, set. 1999; 70:390-97.

Caballero C. The Global Epidemic of Obesity: An Overview. Epidemiologic Reviews 2007; 29(1):1-5.

Cameron N, Demerath EW. Critical periods in human grow and their relationship to diseases of aging. Am J Phys Anthropol 2002; Suppl 35: 159-84.

Cameron N. The measurement of human growth London: Croom Helm 1984.

Canadian Physical Activity Guidelines for Children and Youth. Unité sanitaire de Windsor. Comité de Essex. Health Unit. 5/13/2003 - 149 www.wecheathunit.org/idex..asp.

Caulfield LE, de Onis M, Blossner M, Black RE. Undernutrition as an underlying cause of child deaths associated with diarrhea, pneumonia, malaria, and measles Am J Clin Nut 2004; 80(1): 193 - 8.

CDC. Dietary Guidelines for Americans, 2005.

Ceglia A. Indicadores de maduración de la edad ósea, dental y morfológica. Rev Latinoamer Ortodon Odontopediat "Ortodoncia.ws edición electrónica mayo 2005. Obtenible en: www.ortodoncia. Venezuela, 2 de Febrero de 2006//Depósito Legal Nº: pp. 200102CS997 ISSN: 1317-5823.

Colectivo de autores. Pediatría T1. La Habana: Edit. Ciencias Médicas. 2006; 496 pág.

Committee on Sports Medicine and Fitness. Intensive Training and Sports Specialization in Young Athletes (RE9906). Pediatrics 2000; 106(1): 154-57.

Crespo I, Valera J, González GF, Guerra-García R. Crecimiento y desarrollo de niños y adolescentes a diversas alturas sobre el nivel del mar. Acta Andina 1995; 4: 53-64.

Daly RM, Bass S, Caine D, Howe W. Does Training Affect Growth? The Physician and Sportsmedicine 2002; 30(10): 16 pág.

Damsgaard R, Bencke J, Matthieseng, Petersen JH, Müller J. Is prepubertal growth adversely affected by sport? Med & Sci Sports & Exer 2000; 32:1698-1703.

de Onis M and Blossner M. Global prevalence and trends of overweight among preschool children (W.11.104). Ann Nutr Metab 2001; 45(Suppl.1):580.

de Onis M, Blossner E, Frongillo EA, Morris R. Estimates of Global Prevalence of Childhood Underweight in 1990 and 2015 JAMA, June 2, 2004; 291(21): 2600 - 06.

de Onis M, Blossner M. Prevalence and trends of overweight among preschool children en developing countries. Am J Clin Nutr 2000; 72: 1032-1039.

de Onis M. Child growth and development. In: Semba RD, Bloem MW (eds). Nutrition and Health in Developing Countries. Totowa, NJ: Humana Press, 2001, pp. 71–91.

de Onis M. Who Child Growth Standards length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height, and body mass index-for-age: method and development. WHO 2006; 312 pág.

Díaz ME, Martínez A. Factores que controlan el crecimiento. Facultad de Superación de Profesores. Instituto Superior Pedagógico "Enrique J Varona". 1983; 32 Pág.

Díaz ME, Reboso J, Martínez A, Toledo E, Wong I, Moreno V, Matos D. Desarrollo físico y estado nutricional en estudiantes de ballet. Simposio de Antropología Física "Luis Montané", 2004.

Díaz ME, Toledo E, Wong I, Moreno V, Matos D. Antropología Nutricional en estudiantes de ballet de nivel medio. Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. Forum de Ciencia y Técnica. 2002; 20 pág.

Echegoyen S Cambios en el cuerpo del bailarín. BAILETIN E-ZINE. http://www.geocities.com/Vienna/1854/antropometria-belmar.html.

Espinoza I. Guía práctica para la evaluación antropométrica del crecimiento, maduración y estado nutricional del niño y adolescente. Arch Ven Puer Ped 1998; 61 (Supl 1): S1-S52.

Esquivel M, Rubí A. Curvas Nacionales de peso para la talla. Rev Cub Ped 1984; 56:705-21.

Eveleth PB, Tanner JM: Worldwide variation in human growth. Cambridge University Press. Second Edition. New York, 1990; pp: 397.

Ezzati M, López A, Rodgers A. Selected major risk factors and global and regional burden of disease The Lancet 2002; 360(9380): 271-80.

Falconer DS. Introducción a la Genética Cuantitiva. 3ra ed. México, DF: Editorial Continental. 1972.

Falkner F. El desarrollo humano. Barcelona: EdiR. Salvat, 1969.

Falkner F and Tanner JM. Human Growth T 2. Postnatal Growth. New York: Plenum 1978.
FAO. El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo. Roma. 2004; 40 pág.
Fernández R, Prado C. Cambio secular en crecimiento y ciclo reproductor femenino en la población madrileña en las últimas seis décadas. Antropo 2005; 9: 77-88. www.didac.ehu.es/antropo.
Ferreiro R, Sicilia PL, Orozco O. Anatomía y fisiología del desarrollo e higiene escolar. La Habana: Editorial Pueblo y Educación. Tomo I. 1983; 359 pág.
Freedman DS, Srinivasan SR, Bereson GS. Risk Cardiovascular complication In: Burniat W, Cole T, Poskitt EME Eds.). Child and Adolescent Obesity. Causes and Consequences; Prevention and Management. Cambridge University Press: Cambridge, 2002; 221-239.
Freire V, Dirren H, Mora J, Arenales P, Granda E, Breitjh J, Campaña A, Paez R, Darquea L, Molina E. Diagnóstico de la situación alimentaria, nutricional y de salud de la población ecuatoriana menor de cinco años. CONADE – MSP. 1988; 268 pág.
Frisancho RA. Human adaptation: A functional interpretation. USA: University Michigan Press. 1981; 138 pág.
Frisch R, Revelle R. Height and weight at menarche and hypotesis of critical body and adolescent events. Science 1970:1169; 397-99.
García-Camba E.. Avances en trastornos de la conducta alimentaria. Anorexia nerviosa, bulimia nerviosa y obesidad. Editorial Masson. 2001; 79 pág.
Garn SM. The secular trend in size and maturational timing and its implications for nutricional assessment. J Nutr 1987; 117: 817-27.
Gutierrez Muñiz JA, Berdasco A, Esquivel M, Jiménez JM, Mesa D, Posada E, Romero del Sol JM, Ruben M, Silva LC. The 1982 Cuban National growth and development study: secualr changes in weight and height. Acta Med Auxol 1993; 115-27.
Gutierrez-Muñiz JA, Esquivel M. El crecimiento de los jóvenes de la Habana en los últimos 80 años. Rev Esp Ped 2002; 58:115-19.
Harlow S D. Menstruación y transición hacia la menopausia, En: Langer A; Tolbert K (eds.). Mujer: Sexualidad y salud reproductiva en México. México DF: Edames/Population Council, 1996. Pp. 377-405.
Harrison, G., Tanner, J., Pilbeam, D., and Baker, P. Human Biology 3rd ed. New York: Cambridge University Press, 1993.
Hernández M, Ruíz V, Díaz ME, Wong, I, Matos D, Puente I. Use of isotopic techniques in the evaluation of nutrition intervention programs for the reduction of childhood malnutrition. Cuba. ARCAL 6052. Results 2005 – 2006.
Hernández Rodríguez M. Patología del crecimiento. En Hernández Rodríguez M (ed.). Pediatría, Segunda edición. Madrid: Díaz Santos, 1994; 24-34.
Hodgson MI. Obesidad infantil. En: Manual de Pediatría. http://escuela.med.puc.cl/publicaciones/manualped/Obesidad.html.
Hoek H. and D. Van Hoeken.. Review of the Prevalence and Incidence of Eating Disorders. Int J Eat Disord. 2003; 34:383-396.
Jiménez JM. La tendencia secular en la Ciudad de La Habana. Rev Adm Salud 1986; 58:533-45.
Johnston FE. Somatic growth of the infant and preschool child. In: Faulkner F, Tanner JM (eds.) Human growth a comprehensive treatise. New York: Plenum Press. 1986; 1: 3-24.
Jones G, Steketee RW, Black RE. How many child deaths can we prevent this year? The Lancet 2003; 362:65-71.
Jordán J. Desarrollo Humano en Cuba. La Habana: Edit. Científico-Técnica. 1979; 177 pág.
Kaplan H.I, Sadock B.J. Sinopsis de Psiquiatría. Ciencias de la conducta. Psiquiatría clínica. Madrid: Ed. Panamericana. 2001.
Landaeta M, Macias C, Fossi M, García M, Layrisse M, Mendez H. Tendencia en el crecimiento físico y estado nutricional del niño venezolano. Arch Ven Puer Pediatr 2002; 65: 13-20.
Landaeta M, Macías C, García M, Layrisse M, Mendez H. Tendencia en el crecimiento físico y estado nutricional. Arch Ven Puer Ped 2002; 65(1):13-20.
Lantigua A. Introducción a la Genética Médica. La Habana: Ed. Ciencias Médicas. 2004; 292 pág.
Lobstein T, Baur L, Uauy R for the IASO International Obesity TaskForce. Obesity in children and young people: a crisis in public health. Obesity reviews 2004; 5 (Suppl. 1): 4-85.

López M; Landaeta M. Manual de crecimiento y desarrollo. Fundacredensa. Serono. 1991; 186 pág.
López M, Hernández Y, Landaeta M. Crecimiento y nutrición en la región latinoamericana. An Venez Nutr 1993; 6:47-90.
López M, Landaeta M. La antropometría en el estudio del crecimiento y desarrollo físico. Experiencia venezolana. Rev Esp Nutr Comunitaria 2003; 9: 128-36.
Lopez M, Landaeta M, Mendez H. Secular trend in height and weight: Carabobo, Venezuela. 1978-1987. En: Tanner JM (ed.). Auxology 88. Perspectives in the Science of growth and development. London: Smith Gordon 1989; 207-10.
Malina R. Growth and Maturation. Estudios de Antropología Biológica (IV Coloquio de Antropología Física Juan Comas, 1986). México: UNAM-INAH. 1989; pp: 55-71.
Malina, R. Crecimiento, Performance, Actividad, y Entrenamiento Durante la Adolescencia. (Parte I). PubliCE (http://www.sobreentrenamiento.com/ PubliCE/Home.asp). 04/08/2003. Pid 177.
Malina, R. Crecimiento, Performance, Actividad, y Entrenamiento Durante la Adolescencia. (Parte II). PubliCE (http://www.sobreentrenamiento.com/ PubliCE/Home.asp). 25/08/2003.
Malina R, Bouchard C. Growth, Maturation and Physical Activity. Illinois: Human Kinetics Books.1991; 500 pág.
Malina RM, Bouchard C, Beunen G. Human growth: Selected aspects of current research on well-nourished children. Ann Review Anthropol 1988; 17: 187-219.
Marshall, W.A. and Tanner, J.M. Puberty. In: Scientific Foundation of Paediatrics. Ed. Davis J. A., Dobbing, J. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1974.
Martínez AJ. La tendencia secular en Cuba: evidencias y causas. Simposio sobre alimentación en América Latina y el Caribe. La Habana. 1982.
Martínez AJ. Antropología Física: El hombre y su medio. La Habana: Ed. Científico-Técnica. Ministerio de Cultura. 1987; 152 pág.
Martínez AJ. Raza y enfermedad: ¿Mito o realidad? VIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Antropología Biológica "Dra. Adelaida Díaz de Ungría", Caracas, Octubre del 2004.
Martorell R, HabichitbJP. Growth in early childhood in developing countries. In: Faulkner F, Tanner JM (eds.) Human growth a comprehensive treatise. New York: Plenum Press 1986; 3: 242-62.
Mascie-Taylor, C. and Bogin, B. Human Variability and Plasticity. New York: Cambridge University Press, 1995.
Mendez H, López M, Landaeta M. Proyecto Venezuela resultados nacionales. Fundacredensa, Caracas, 1993.
Monteiro POA, Victoria CG. Rapid growth in infancy and childhood obesity in later life – a systematic review. Obesity reviews 2005; 6:43–154.
Morales M, Pérez D, Ruiz E, Llopis A, Jiménez MC, Bogan MD. Estudio del crecimiento en niños desde el nacimiento hasta los 9 años de edad en Valencia. Rev Esp Nutr Comunitaria 2005; 11(1):12-17.
Muzzo S. Crecimiento normal y patológico del niño y adolescente. Rev Chil Nutr 2003; Vol. 30, N1.
NCHS. CDC Growth Charts: United States Advance Data. 2000; Nº 314. pp: 1-28.
Neufeld L, Hotz C. Stunting and micronutrient deficiencies in Latin America. A review of current knowledge for Global Forum, 2003.
Ortiz L, García MT. Factores socioeconómicos asociados con la mejoría en el índice talla para edad en niños de Milpa Alta, México. Bol Méd Hosp Infant Méx 2002; Vol. 59(12):753-766.
Pangrazi RP, Corbin CB. Factors that influence physical fitness in children and adolescents. FITNESSGRAM. Reference guide. http://www.cooperinst.org/shopping/PDF%20single/FactorsInfluencingFitness.pdf.
Parizkova J. Particularities of lean body mass to their motor activity. Acta Paediatr Belgica 1974; 28 (supl): 233-43.
Peña F. Antropología Física y salud en tres regiones de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Latin American Studies Association. México, 1997; pp:1-16.

Pérez B, Macías-Tomei C, Landaeta-Jiménez M. Morfologie et performance selon la maturation sexuelle et squelettique chez nagereuse venézuèlienes.. Biomètrie Humaine et Anthropologie 2002 ; 20 (1-2): 125-130.

Pérez BM. Crecimiento, desarrollo y tendencia secular. Curso de Acreditación en Kinantropometria Universidad Nacional Autónoma de México,13 al 17 de Octubre, 2003.

Pérez del C, Cruz V, Morán IC. Instrumentos para los trastornos de la conducta alimentaria. RESPYN 2004; 5(2): 9 pág.

Pérez LMP. Crecimiento físico del nacimiento a la pubertad. En: Desarrollo Motor y Actividad Física . Madrid: Ed. Gylinos. 1987; pp: 77-114.

Pires V. Desenvolvimento motor da criança: Apontamientos. Bragança: Ed. PRODEP. 1993; 47 pág.

Report of a WHO Expert Committee. Physical Status: The use and interpretation of Anthropometry. WHO Technical Report Series 854. 1995, 452 pág.

Ress M. Menarche when and why? Lancet 1993; Vol. Issue 8884: P 1375, 2p.

Ribeiro Maia JA. Diferentes perspectives na avaliação da aptidão física: uma abordagem metodológica.I Seminario Internacional sobre Crescimento, Aptidão Física e Actividade Física. Madeira, 1996; 28 págs.

Roche, A. Secular Trends in Human Growth, Maturation, and Development. Chicago: The University of Chicago Press, 1979.

Rolland Cachera MF, Deheeger M, Bellisle F, Sempé M, Guillound-Bataille M, Patois E. Adiposity rebound in children: a simple indicator fro predicting obesity. Am J Clin Nutr 1984; 39:129-35.

Sandiumenge, J. Trastornos del crecimiento. Talla baja. www. arturosoria.com/publicado 04/06/ 2004.

Shell L. Human biological adaptability with emphasis on plasticity: History, development and problems for future research. En: Mascie-Taylor CGN, Bogin B (eds.) Human variability and plasticity. London: Cambridge University Press.

Schell LM, Johnston FE, Smith DR, Paolone AM. Directional asymmetry of body dimensions among white adolescents. Am J Phys Anthr 1985; 67: 317-22.

Shrimpton R, Victora CG, Onis M. The worldwide timing of growth faltering: implication of nutritional interventions. Pediatrics 107 (5): e75.

Standing Committee on Nutrition. 5th Report on the world nutrition situation. Nutrition for improved development outcomes. United Nations System. 2004; 130 pág.

Straus RS, Pollack HA. Social margination of overweight children. Arch Pediatr Adolesc Med 2003; 157: 746-52.

Susanne C. Changements séculaires de la croissance et du development en Europe. Antropo 2001, 0 :71-90.

Tanner JM. Growth at Adolescence. 2nd ed. Oxford: Blackwel Scientific Publishing 1962.

Tanner J. Educacion y desarrollo físico. La Habana: Instituto Cubano del Libro, 1971.

Tanner JM. Crecimiento postnatal. En: Mitchell RG. *Crecimiento y desarrollo* del niño. Barcelona: Jims. 1975; pp: 169-223.

Tanner JM. Growth and Development. Texbook of Pediatrics. London: Churchil. 1973.

Tanner JM. Catch up growth in man. Br Med Bull, 1981:37;301-306.

Tanner JM. Physical growth and development. In: Forfar JO, Ameil GC (eds.), Textbook of Pediatrics. Edinburgh: Churchill Livingstone. 1984.

Tanner JM. Growth as a mirror of the condition of society: Secular trends and class distinctions. Acta Paediatr Jpn 1987;29: 96-103.

Tanner JM, Cameron N. Investigation of the mildgrowth in height, weight and limb circumferences in single years. Velocity data from London 1967 growth survey. Ann Hum Biol 1980; 7:565-77.

Taranger J. Secular changes in sexual maturation Acta Med Auxol 1983; 15:137-50.

Tobal, M, Díaz M, Arce L. Trastornos de la conducta alimentaria en el deporte: anorexia y bulimia nerviosas. REME 2003; 5 (11-12): 1-48. ISSN- 1138-493X.

Toh CM, Cutter J, Chew SK. School based intervention has reduced obesity in Singapore Brit Med J 2002; 324:427.

Tyler C, Johnston CA, Foreyt JP. Themed Review. Lifestyle Management of Obesity. Am J Lifestyle Med 2007; 1(6):423-429.

Uauy R, Kain J. The epidemiologic transition: need to incorporate obesity prevention into nutrition programs. Public Health Nutr 2002; 5(1A):223–29.

Ulijaszek, S. Cambridge Encyclopedia of Human Growth and Development New York: Cambridge University Press, 1998.

Van Wieringen JC., Secular growth changes. En: Falkner F, Tanner JM (eds) .Human Growth. A comprehensive Treatise, 2nd ed. Vol 3: Methodology; Ecological, Genetic and Nutritional Effects of Growth. New York: Plenum Press.1986; pp: 307-331.

Vega Franco L. Crecimiento y desarrollo en: Pediatría Básica. Ed. Médicas. Hospital Infantil de México. 1977; 1- 28.

Vercauteren M. Évolution séculaire au XX e siècle. En: Susanne C, Rebato E, Chiarelli B. Anthropologie Biologique Bruselas: De Boeck Université, Bruxelles. 2003 ; pp : 539-548.

WHO. Nutrition in transition: globalization and its impact on nutrition patterns and diet-related diseases. www.who.org/ nutrition. Updated: 05/18/2005.

Widdowson EM. Crecimiento y composición corporal en la niñez. En: Nutrición Clínica en la infancia. NY: Nestle Nutrition, Vevey, Haven Press. 1985; pp: 1-21.

World Health Organization. Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. Technical Report Series No. 854. Geneva: WHO, 1995; 5-35.

Zurlo de Mirotti S, Casanovas O. edade de iniciación deportiva. Optimo momento psicofísico. Arch Argent Pediatr 2003; 101: 296-311.